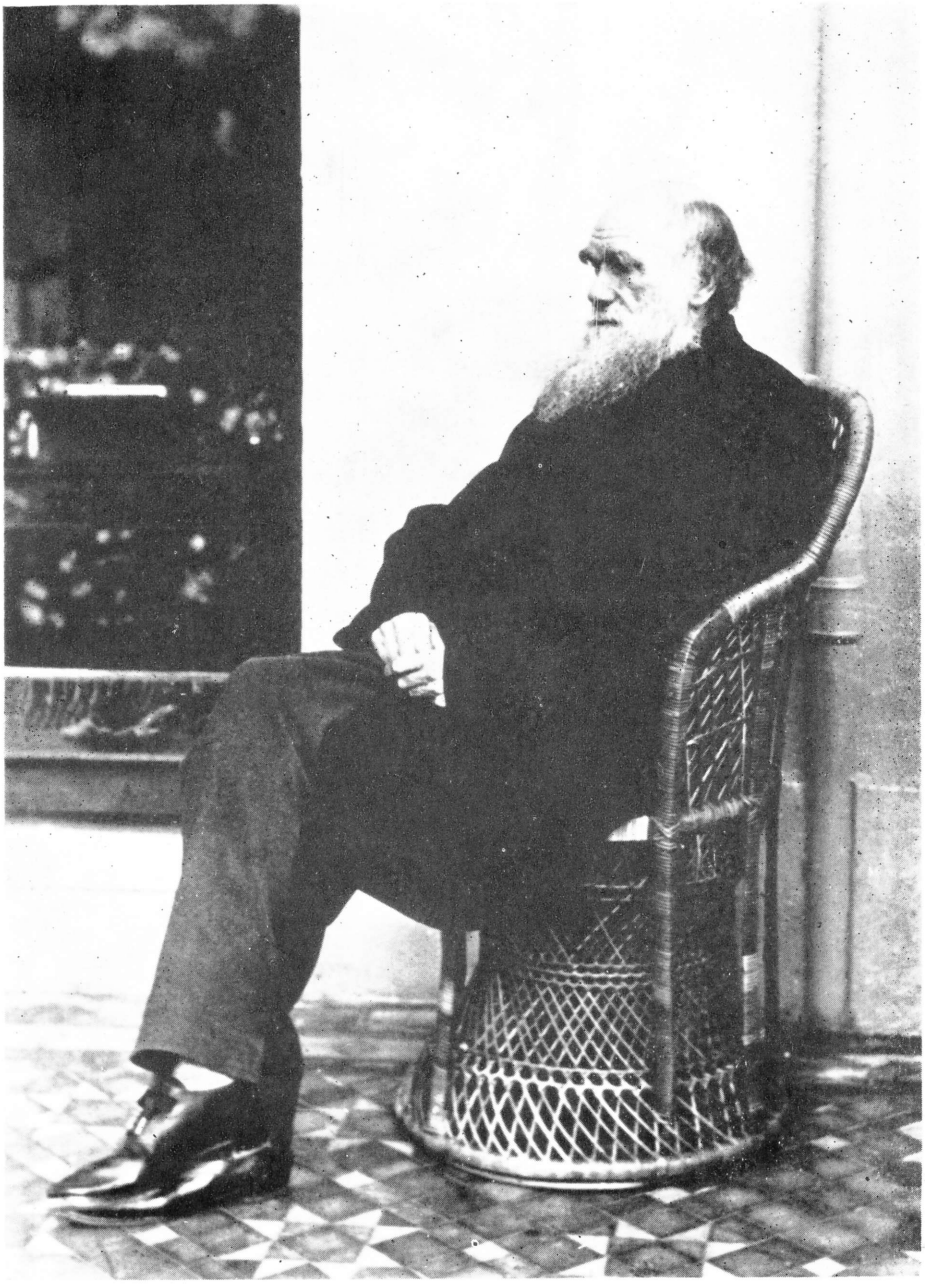
CHARLES DARWIN

MIȘCĂRILE ȘI OBICEIURILE
PLANTELOR CĂȚĂRĂTOARE

*

CAPACITATEA DE MIȘCARE
LA PLANTE



Charles Darwin

CLASICII ȘTIINȚEI UNIVERSALE

VIII

MIȘCĂRILE ȘI OBICEIURILE PLANTELOR CĂȚĂRĂTOARE

★

CAPACITATEA DE MIȘCARE LA PLANTE

DE

Charles Darwin

EDITURA ACADEMIEI REPUBLICII SOCIALISTE ROMÂNIA

1970

Tradus din limba engleză (EUGEN MARGULIUS) și confruntată cu traducerile din limba rusă (NICOLAE BOTNARIUC), limba germană (ION T. TARNAVSCHI), limba franceză (VASILE D. MÂRZA) și cu textul original (ION E. FUHN).

Redactor responsabil: acad. VASILE D. MÂRZA

STUDIU CRITIC INTRODUCTIV

I. *INTRODUCERE*

Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare [1] și *Capacitatea de mișcare la plante* [2] alcătuiesc al VII-lea volum din operele lui Darwin, tradus integral pentru prima oară în limba română sub auspiciile Academiei Republicii Socialiste România. Aceste opere sînt tipărite de Editura Academiei în colecția „Clasicii științei universale" [3], în care s-au publicat opt din cele nouă traduceri în limba română ale operelor darwiniste.

Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare și *Capacitatea de mișcare la plante*, ca și operele anterioare, ne-au fost procurate de dr. Pierre Ionescu, căruia îi mulțumim călduros pentru sprijinul constant pe care ni l-a acordat în obținerea edițiilor engleze ale operelor lui Darwin.

Ambele traduceri s-au efectuat de același colectiv, folosind și de data aceasta metoda confruntării traducerii cu edițiile engleză, rusă [4], germană [5] și franceză [6].

Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare și *Capacitatea de mișcare la plante* sînt ultimele lucrări de botanică din seria definitivă a operelor lui Darwin. *Capacitatea de mișcare la plante* este, în ordine cronologică, penultima lucrare publicată de Darwin. După aceasta, Darwin nu a mai publicat decît *Formația pămîntului gras vegetal cu ajutorul viermilor...*

Secția de științe biologice, Prezidiul Academiei Republicii Socialiste România și președintele Academiei, acad. Miron Nicolescu, au acordat sprijinul lor prețios pentru îmbogățirea literaturii științifice românești cu încă două din cele mai valoroase opere ale lui Darwin din domeniul biologiei plantelor. Le mulțumim călduros.

Editura Academiei, ca și cu ocazia tipăririi celorlalte opere darwiniste, a dat o atenție deosebită imprimării și prezentării acestor lucrări în cele mai bune condiții tehnice posibile.

[1] *The Movements and Habits of Climbing Plants*, ediția a II-a revăzută, Edit. John Murray, Londra. Ediția I s-a tipărit în septembrie 1875, în 1 500 de exemplare (*Life and Letters of Ch. Darwin*, vol. II, p. 317). Ediția a II-a s-a retipărit ca atare în iunie 1876 (în 500 de exemplare) și ulterior. Traducerea de față este după ediția a II-a, retipărită în anul 1882. Ea are în plus un „supliment la prefață", scris după publicarea lucrării *Capacitatea de mișcare la plante*, și o „erată".

[2] *The Power of Movements in Plants*, Edit. John Murray, 1880. Lucrarea a apărut în 1 500 de exemplare și a fost de mai multe ori retipărită.

[3] Celelalte opere ale lui Darwin traduse și publicate în Editura Academiei sînt: *Originea speciilor* (1957), *Amintiri despre dezvoltarea gîndirii și caracterului meu, Autobiografie* (1962), *Variația animalelor și plantelor sub influența domesticirii* (1963), *Efectele fecundării încrucișate și ale autofecundării în regnul vegetal* și *Diferitele dispozitive cu ajutorul cărora orhideele sînt fecundate de către insecte* (1964), *Diferite forme de flori de pe plante de aceeași specie* și *Plantele insectivore* (1965), *Descendența omului și selecția sexuală* (1967), *Expresia emoțiilor la om și animale* și *Despre instinct* (1967).

[4] Ambele lucrări sînt tipărite împreună în colecția „Ch. Darwin — Socinenie", Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., Moscova — Leningrad, 1941. Redactor responsabil al acestor traduceri a fost acad. N. G. Holodnîi, care semnează și prefața al cărei titlu, în românește *Ch. Darwin și concepția sa asupra mișcărilor din organismul plantelor* (p. 5—34).

[5] Traducerea ambelor lucrări a fost efectuată de J. Victor Carus, Ed. E. Schweizerbartsche, Stuttgart.

[6] Traducerea *Capacităţti de mișcare la plante* este efectuată de Ed. Heckel, Edit. Rheinweld, 1882, Paris.

II. *PRECURSORII LUI DARWIN ÎN STUDIUL MIȘCĂRII LA PLANTE ȘI ANALIZA CELOR DOUĂ LUCRĂRI*

Ne propunem în continuare să expunem doar un scurt istoric al modului în care s-au emis și format treptat cunoștințele pe care le aveau contemporanii lui Darwin în deceniul al 8-lea al secolului trecut, cînd el a scris *Capacitatea de mișcare la plante*. Din datele relativ sumare pe care le-am putut aduna rezultă că din antichitate și pînă în cel de-al 4-lea pătrar al secolului trecut unele aspecte sau forme ale problemei mișcării la plante au fost într-o măsură mai mare sau mai mică în atenția filozofilor, naturaliștilor și mai aproape de noi a cercetătorilor.

Filozofii antici, greci sau romani, în diversele lor scrieri, s-au mulțumit, cu rare excepții, să semnaleze doar mișcări la plante. Totuși, unele din observațiile lor nu sînt lipsite de importanță actuală.

În evul mediu, cunoștințele despre mișcarea plantelor evoluează într-un ritm lent dacă avem în vedere datele și observațiile exacte și nu diferitele interpretări lipsite complet de fond. Din lucrările care ne-au stat la dispoziție vom cita numai pe acelea care au o legătură cu cele două opere traduse.

Albert Magnus (sec. XIII), Valerius Cordus și Garcias del Huerto (sec. XVI) au descris mișcările periodice, precum și pe cele zilnice ale foliolelor frunzelor penate și ale frunzelor unor leguminoase. A. Cesalpinus (1519—1603) a observat mișcările cîrceilor și ale plantelor volubile, fiind mirat, ca și botaniștii din toate timpurile, de capacitatea de orientare activă a unor cîrcei spre suportul cel mai apropiat.

Borelli (1653) observă iritabilitatea staminelor de *Centaurea*, iar Robert Hooke (1667), în celebra sa *Micrographia*, descrie mișcările mimozei și diferiții factori care le pot provoca [7].

În secolul al XVII-lea, Stephan Hales (1677—1761), naturalist și fizician englez, descoperă gazul carbonic (CO_2) și, de asemenea, aduce date noi în domeniul circulației sevei, al fenomenului de transpirație la plante, al absorbției aerului prin stomate și al absorbției „materiei luminoase". Hales, pe lîngă aceste elemente pozitive, care au făcut să progreseze mult fiziologia plantelor, are și alte interpretări, care însă nu au rămas, în afară de una, și anume : el observă inflexiunea unor părți ale plantelor sub acțiunea luminii și interpretează fenomenul ca datorat pierderii de apă de către jumătatea luminată [8]. Tot în secolul al XVII-lea, Ray (1693) și-a publicat lucrarea sa *Historia Plantarum*. Pe lîngă multe elemente care au contribuit la progresul botanicii, Ray susține unele interpretări care au frînat mersul înainte al acestei științe.

Secolul al XVII-lea a adus progrese însemnate față de trecut privitor la morfologia și fiziologia plantelor, dar a lăsat moștenire secolului următor și multe teorii idealiste.

La începutul secolului al XVIII-lea, chiar în anul 1700, Doddart ajunge să-și dea seama că lăstarii nu se îndreaptă în sus „de la sine". El reușește să descifreze aspecte ale geotropismului pozitiv și negativ [9].

Din punctul de vedere care interesează lucrările lui Darwin de care ne ocupăm aici, în secolul al XVIII-lea se impun cercetările lui Linné (1707—1778) asupra mișcărilor frunzelor, florilor și mai ales lucrarea sa, des citată de Darwin, *Somnus plantarum* (1775) [10]. Atît prin noutatea, conținutul său original, cît și prin răsunetul pe care l-a avut, putem considera această operă ca reprezentînd prima lucrare științifică — e drept, încă imperfectă — care a ridicat în fața cercetătorilor problema mișcărilor la plante. Linné își dădea seama că nu temperatura provoacă mișcările de somn, deoarece în sera caldă, cu temperatura uniformă mișcările de somn pot continua ziua și noaptea [11]. Alte teorii ale lui Linné sînt citate și discutate în *Capacitatea de mișcare la plante*, așa încît nu le vom expune aici.

[7] E. Bünning, *Allgemeine Gesetze und Phänomene der Pflanzlichen Bewegungsphysiologie*, p. 1.

[8] N. Botnariuc, *Din istoria biologiei generale*, Edit. științifică, 1961, p. 147.

[9] *Ibidem*, p. 10. Geotropismul este explicat de Doddart prin elasticitatea țesuturilor sau prin mișcările apei în interiorul lor. „Fibrele" rădăcinii se îndreaptă spre apă prin contracție.

[10] P. R. Bell, *The Movements of Plants in Response to Light*, p. 311.

[11] Darwin a reluat studiul influenței temperaturii asupra mișcărilor nictitrope și, cercetînd problema pe un mare număr de specii, a găsit date în care el confirmă, pe lîngă altele care infirmă rezultatele lui Linné.

Duhamel de Monceau, contemporan cu Linné, publică în 1758 o lucrare în care descrie mișcările revolutive la plante, pentru care propune termenul de *nutație*[12]; printre altele, se ocupă de problema încurbării heliotrope a plantelor. Duhamel stabilește că nu temperatura, ci lumina este factorul hotărîtor în încurbările heliotrope. Dar alte interpretări date de el nu au rezistat timpului[13]. Duhamel expune în lucrarea sa și rezultatele experiențelor sale de decorticare inelară, care-l conduc la concluzia că seva elaborată are proprietăți formative (morfogene). Problema a fost reluată de Sachs în 1880[14].

Ellis (1768), într-o scrisoare pe care a adresat-o lui Linné[15], dă o descriere corectă, aproape în toate amănuntele, despre modalitățile de captare a insectelor de către *Dionaea* (el i-a dat acest nume).

A. W. Roth (1782) descrie foarte exact mișcările de captare a insectelor de către frunzele de roua cerului (*Drosera*) prin încurbarea tentaculelor și a marginii limbului[16].

Secolul al XIX-lea reprezintă un important moment în dezvoltarea cunoștințelor din domeniile științelor naturii. Se adîncesc noțiuni stimulate în primul rînd de publicarea lucrărilor lui Linné. Încep să se facă de asemenea sinteze parțiale sau mai generale, rezultat al acumulării de date din ce în ce mai numeroase, al necesității de a scoate în evidență laturile pozitive și negative ale ipotezelor și teoriilor elaborate, ca și al cerinței de a elabora concepții mai cuprinzătoare, adecvate nivelului atins în deceniile respective.

În domeniul botanicii, chiar de la începutul secolului al XIX-lea, noțiunile care se adună cresc din ce în ce mai mult ca număr și diversitate. Dezvoltarea multilaterală se reflectă și în domeniul studiilor privind mișcările la plante. Într-adevăr, cercetările se efectuează și aici în mai multe direcții : se adîncește studiul descriptiv al acestor fenomene ; se încep studii asupra mecanismelor fizico-chimice care sînt dezlănțuite cu această ocazie, precum și studii experimentale de fiziologie. În vederea realizării acestui scop se elaborează și metodologia adecvată (tehnici și aparatură), care se perfecționează în permanență. Problema excitabilității (iritabilității) începe să fie — sporadic și cu lungi perioade de delăsare — în atenția cercetătorilor. Se încep studii experimentale și asupra tropismelor. Numărul cercetărilor și al cercetătorilor care se ocupă de acest domeniu sporește, dar într-un ritm scăzut. Morfologia microscopică începe și ea, destul de timid, munca de pionierat.

Se simte nevoia de a se găsi legile mișcării la plante. Dar acest ultim aspect se face cu multe oscilații, discuții în contradictoriu ; se confundă uneori legea (care dirijează) cu mecanismele efectoare. Au loc uneori reveniri spre teorii vechi, depășite. Se încearcă a se merge pe unele căi care ulterior vor fi părăsite. Toate aceste oscilații au loc din cauza lipsei unei concepții biologice privitoare la mișcările spontane înnăscute, periodice și aperiodice.

În alineatele următoare vom încerca să prezentăm sumar numai unele din cercetările care au deschis un drum nou, și mai ales acele date și teorii care au o legătură cu subiectul celor două lucrări ale lui Darwin pe care le prezentăm aici.

După Curtis (1804), rezultă că Edwards a descoperit sensibilitatea limitată la cei șase peri rigizi de pe limbul frunzei de *Dionaea*[17]. În felul acesta, plantele insectivore intră în atenția cercetătorilor în pragul secolului al XIX-lea.

Knight (1812) efectuează un studiu amplu, devenit clasic, asupra geotropismului. Acest studiu este citat și de Darwin în *Capacitatea de mișcare la plante*. Lucrarea lui Knight a impulsionat cercetările și a contribuit la dezvoltarea fiziologiei plantelor[18].

Dutrochet (în 1824 și apoi în alte două lucrări din 1843 și 1844) a efectuat cercetări puțin luate în seamă în momentul cînd au fost publicate. El introduce în botanică noțiunea de tropism (1824). Mișcările la plante le consideră ca o manifestare a iritabilității lor, proprietate apreciată pînă atunci ca un apanaj exclusiv al animalelor. (Cu mult timp înainte și pînă în secolul al XIX-lea a domnit axioma lui Jungius după care plantele nu au sensibili-

---

[12] P. Larsen, *Geotropism. An Introduction* (în W. Ruhland, *Handbuch der Pflanzenphysiologie Enzyclopedia [Enciclopedia fiziologiei plantelor]*, 1962, vol. XVII, nr. 2, p. 43, nota infrapaginală 1). A. de Candolle și apoi J. Sachs (1870 și 1887) și-au însușit acest termen și l-au folosit în lucrările lor. Pfeffer l-a utilizat de asemenea în lucrările sale. Apoi s-a renunțat la acest termen, ca și la cel de circumnutație.

[13] Cartea se numește *La physique des arbres*. Ea este editată la Paris. Pasajul privitor la încurbarea heliotropă este la p. 154 (P. R. Bell, *op. cit.*, p. 3 și 311).

[14] Lucie Kofler, *Croissance et développement des plantes*, Edit. Gauthiers-Villars, Paris, 1963, p. 91.

[15] L. Aletsee, *Chemonastie* (în W. Ruhland, *Handbuch...*, 1962, vol. XVII, nr. 2, p. 465).

[16] *Ibidem*, p. 452.

[17] *Ibidem*, p. 465 (în W. Ruhland, *Handbuch...*, vol. XVII, nr. 2, p. 465).

[18] N. G. Holodnii, *Ch. Darwin și concepția sa asupra mișcărilor la organismele vegetale*, 1941.

tate.) Dutrochet se pare că a fost primul botanist care a ridicat la rangul de ipoteză iritabilitatea la plante. În plus, Dutrochet se ocupă îndeaproape de mecanica reacțiilor motorii la plante, de rolul osmozei și de alte probleme [19]. Darwin a luat cunoștință de această lucrare, ca și de acelea ale lui Mohl și Palm, destul de tîrziu, cînd lucrările sale asupra plantelor cățărătoare erau foarte avansate [20]. Totuși Darwin, cu corectitudinea care îl caracterizează, citează foarte des această lucrare a lui Dutrochet, confirmînd și dezvoltînd multe din observațiile acestuia [21]. Lucrările lui Dutrochet sînt citate și azi în unele articole din *Enciclopedia fiziologiei plantelor*, elaborată de Ruhland, și de asemenea în lucrarea lui P. R. Bell, citată mai înainte.

În 1827, Hugo von Mohl a publicat o lucrare asupra plantelor volubile și cățărătoare, considerată de Sachs ca cea mai remarcabilă lucrare asupra acestui subiect înainte de publicarea operei lui Darwin asupra plantelor cățărătoare[22]. Darwin, după ce a citit lucrarea lui Mohl, o citează amplu în *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare*, ca și în *Capacitatea de mișcare la plante*. El verifică, critică, infirmă sau dezvoltă unele din rezultatele sau ipotezele formulate de Mohl în aceste două lucrări [23]. Una din problemele bine demonstrate de Mohl în lucrarea sa este aceea a sensibilității la contact a vîrfurilor plantelor cățărătoare. Lucrarea lui Mohl a fost mult apreciată de Sachs și Pfeffer; ea este citată și azi ca și lucrările lui Dutrochet.

A. de Candolle (1806—1893) începe din anul 1832 o serie de lucrări asupra fiziologiei plantelor. El reia teoria tropismelor și studiază în special heliotropismul pozitiv și negativ [24]. De Candolle și Meyen utilizează termenul de „iritabilitate" sau „excitabilitate" la plante, dar, ca și Dutrochet, nu elaborează nici o teorie în privința sensibilității la plante [25].

A. de Candolle studiază fenomenul de încurbare a organelor axiale ale plantelor în creștere sub acțiunea luminii laterale. Dar el interpretează încurbarea ca fiind datorată unui fenomen de veștejire parțială, interpretare care n-a rezistat verificărilor. Observă, ca și Dutrochet, că organele axiale au o zonă de mare sensibilitate la vîrf, problemă pe care însă n-o dezvoltă.

A. de Candolle are merite de asemenea în domeniul tehnicii. El introduce o metodă de măsurare a curburilor fototrope, altfel zis preconizează o metodă obiectivă de măsurare a reacției la lumină a organelor axiale ale plantei [26].

Palm publică o lucrare asupra plantelor cățărătoare (1843), care a fost apreciată și citată de Darwin într-o măsură însă mai mică decît lucrarea lui Mohl (judecînd după datele noi aduse de Palm și după numărul citatelor din ea). Problemele ridicate de Palm privesc

[19] H. J. Dutrochet, *Recherches anatomiques sur la structure intime des animaux et des végétaux*, Paris, 1824 (P. R. Bell, *op. cit.*, p. 312).

[20] Ch. Darwin (*More Letters...*, 1903, vol. II, p. 342), în scrisoarea sa către J. Hooker din 22.III.1864, vorbește despre acest lucru. De asemenea, și la începutul capitolului I al lucrării *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare*.

[21] Dutrochet, în memoriile sale din 1824 și mai ales în cele din 1843 și 1844, descrie și definește mișcările revolutive. Face unele observații pe care Darwin le-a verificat ulterior atît în *Mișcările și obiceiurile...*, cît și în *Capacitatea de mișcare la plante*. Dintre acestea cităm: influența încetinitoare a scăderii temperaturii asupra vitezei de rotație; lumina modifică mișcarea revolutivă; posibilitatea schimbării sensului rotației; scăderea vitezei de rotație la părțile detașate de pe planta întreagă; încolăcirea fără răsucire la *Solanum dulcamara*. Dutrochet, nu Palm și nici Mohl, este acela care a descris mișcările revolutive ale cîrceilor la *Pisum sativum*. Tot el a descoperit — și tot la mazăre — că internodiile tinere și pețiolurile frunzelor și cîrceilor se rotesc spontan în elipse. Mohl, Palm și mai ales Darwin au confirmat multe din observațiile extrem de juste ale acestui excepțional cercetător.

[22] N. G. Holodnii, *op. cit.*, p. 7.

[23] Darwin, în *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare*, studiază multe observații din lucrarea lui Mohl; redăm cîteva: schimbarea sensului încolăcirii plantelor volubile; specializarea plantelor cu cîrcei pentru încolăcirea lor în jurul unor suporturi cu diametrul redus sau mare; tulpinile plantelor volubile nu sînt iritabile; încolăcirea nu comportă răsucirea tulpinii (Darwin confirmă toate aceste păreri); răsucirea ar fi determinată de rotația axei; Mohl pune pedunculii florali de la *Valisneria* în rîndul cîrceilor (Darwin are altă părere decît Mohl în această problemă); Mohl studiază la cîteva ferigi cățărarea cu ajutorul pețiolurilor foliare (Darwin studiază același proces la alte ferigi); transformarea frunzelor în cîrcei la *Corydales claviculata* (Darwin pune aceste organe între formele de trecere); Mohl descoperă primul sensibilitatea tigmotactică a cîrceilor și, la unele specii, localizarea acestei sensibilități pe partea concavă (Darwin confirmă și extinde studiul problemei); Mohl face clasificarea organelor de cățărare după natura lor omologă — frunze, pedunculi florali etc. (Darwin nu pare satisfăcut de această clasificare, deoarece folosește clasificarea lui Lindley); Mohl confirmă pe Dutrochet privitor la fototropismul cîrceilor viței de vie (Darwin de asemenea îl confirmă).

[24] A. de Candolle, *Physiologie végétale*, Paris, 1832 (citat după P. R. Bell, *op. cit.*, p. 311). Darwin ia în considerație ideile și observațiile din lucrările lui Candolle în cele două lucrări ale sale asupra mișcării la plante și poartă corespondență cu el. Candolle este citat în multe din lucrările lui Darwin.

[25] Pe baza observațiilor sale, Candolle a căutat să demonstreze unitatea plantelor cu animalele în privința excitabilității. Argumentele sale însă se pare că nu au fost prea convingătoare pentru contemporanii săi.

[26] P. R. Bell, *op. cit.*, p. 4.

reacțiile plantelor cățărătoare ; el studiază de asemenea ceea ce numim azi stadialitate, mai exact el studiază dinamica încolăcirilor în raport cu stadiile parcurse de organul care se încolăcește, raportul dintre sănătatea, vigoarea plantei și capacitatea ei de încolăcire [27].

În 1865, Darwin prezintă la Societatea linneană din Londra prima ediție a lucrării sale asupra plantelor cățărătoare. Lucrarea aceasta, cu toată părerea lui Darwin despre modul său de exprimare [28], a pătruns în lumea botaniștilor și a influențat, de exemplu, pe Frank și pe alții.

Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare nu este o lucrare mare. Totuși, ea aduce în discuție o serie de observații și experiențe care lămuresc atît probleme de detaliu, cît și probleme de fond privitoare la unele forme de mișcări spontane. Darwin, pe baza datelor sale, reușește să clarifice unele probleme de sistematică privind înrudirea dintre plantele volubile (grupul de origine) și plantele care se cațără cu ajutorul cîrceilor (grup derivat din primul), stabilind și o serie de forme intermediare. El arată că plantele care se cațără cu ajutorul cîrligelor trebuie să formeze o altă grupă, ca și cele care se cațără cu ajutorul rădăcinilor. El se preocupă și de răspîndirea geografică a celor patru grupe. Dar în mod deosebit nu se ocupă decît de primele două, iar dintre ele în special de plantele cu cîrcei.

Darwin scoate în evidență importanța biologică a economiei de materie vie pe care o face o plantă cățărătoare față de una necățărătoare. Ultima consumă multă substanță vie pentru susținerea tulpinii și a ramurilor. Apoi, Darwin remarcă importanța sensibilității ca mijloc de apreciere a contactului cu suportul și ca mijloc de a deosebi natura acestuia din urmă. El arată că planta, prin proprietățile zonei sensibile, reușește să deosebească contactul cu tulpinile sau cu propriii cîrcei ori cu suporturi de altă natură — un suport lemnos sau un zid [29]. Măsurarea limitei inferioare a sensibilității cu bucățele de sfoară demonstrează că Darwin, ca și A. de Candolle, dar mult mai mult decît acesta, caută să aducă date cantitative prin metoda sa de măsurare a sensibilității [30]. Darwin demonstrează posibilități

[27] Dintre aceste idei citățm cîteva, reținute, dezvoltate, confirmate sau combătute de Darwin. Palm, Mohl și Darwin sînt de aceeași părere cu Dutrochet că plantele volubile prezintă mișcări revolutive: Palm confirmă (la mazăre) că și internodiile tinere prezintă mișcări revolutive spontane (Darwin confirmă și el); Palm măsoară timpul necesar efectuării unei elipse (Darwin confirmă și extinde metoda determinării timpului de revoluție, folosită de Palm numai la mazăre); capacitatea de rotire este în funcție de sănătatea sau de vigoarea plantei. Palm stabilește existența unor interrelații între anotimp și încolăcire, de asemenea între ramurile tinere (situate mai sus) și ramurile mai vechi (situate mai jos pe tulpină) și mișcările lor revolutive; fenomenul de încolăcire depinde de anumite condiții externe (păreri confirmate de Darwin). Palm, ca și Mohl, combate pe autorii care susțin că încolăcirea plantelor volubile reprezintă o tendință naturală a lor. El arată că încolăcirea plantelor volubile derivă din circumnutație, dar este o mișcare dobîndită. Palm, ca și Mohl, clasează plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor (al nervurilor mediane) sau al pețiolurilor printre plantele cu cîrcei (Darwin demonstrează că acestea sînt forme de trecere între plantele volubile și plantele cu cîrcei, dînd exemple din observațiile sale asupra celor opt specii de *Clematis* și șapte de *Tropaeolum*, studiate în această privință de el).

[28] În *Autobiografia* sa, Darwin se arată, într-o măsură, nemulțumit de modul de prezentare a acestei lucrări. Ceilalți istoriografi, în frunte cu Sachs, au judecat lucrarea după ediția a II-a. Totuși redăm cîteva opinii. Sachs a fost de părere că lucrarea lui Darwin asupra plantelor cățărătoare reprezintă o operă de mare valoare. Ea a intrat imediat în patrimoniul biologiei generale, fiind citată și discutată în lucrări și în tratatele asupra fiziologiei plantelor. Holodnîi afirmă asupra acestei lucrări: „Precizia... observațiilor marelui naturalist nu a trezit îndoieli în nimeni. Observațiile sale au devenit un bun cîștigat, folosit în manualele de fiziologie și ecologie a plantelor" (*op. cit.*, 1941, p. 10). Pfeffer, în tratatul său asupra fiziologiei plantelor (vol. II, 1881 și ediția a II-a, 1904), scoate în evidență numărul mare de experiențe efectuate de Darwin pentru susținerea concluziilor sale, precum și numărul mare de lucrări asupra plantelor cățărătoare care s-au efectuat după publicarea ei.

[29] Darwin descrie două feluri de comportări. Un exemplu al primului mod îl găsim la *Ampelopsis hederacea*, care s-a urcat pe un *Buxus*. Planta este specializată pentru urcare pe ziduri. Ea ajunge să diferențieze un suport întîmplător neadecvat (tufa de *Buxus*) și nu se fixează pe el, deși în acest caz contactul putea fi prelungit *ad libitum*. A doua modalitate de comportare privește contactul cu plante din aceeași specie sau cu alți factori care pot atinge cîrceii în mișcare. Darwin a așezat 2 plante de *Passiflora gracilis* una lîngă alta atît de aproape, încît ele se atingeau în mod repetat. Nu a observat însă nici o încurbare a cîrceilor lor, cu toate că aceștia veneau în contact unii cu alții. Cîrceii nu au reacționat prin încurbare nici atunci cînd asupra lor au fost proiectate picături de apă dintr-o pensulă muiată. În schimb, la contactul cu obiecte de altă natură, cîrceii se încurbează (capitolul al II-lea, *Passiflora gracilis*). Dar, dacă se proiectează asupra unor frunze de *Mimosa* o ploaie artificială, frunzele acesteia își string foliolele, pe cînd un mic ghem de ață, cîntărind 2,02 mg, care produce încurbări la *Passiflora*, nu are nici un efect asupra foliolelor *Mimosei* (*ibidem*). Reactivitatea la aceste două specii a atins un foarte înalt nivel de sensibilitate, dar fiecare din ele și-a diferențiat reacțiile pentru alți excitanți.

[30] Metodele folosite de Darwin în *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare* au fost: marcarea lăstarului cu o dungă (culori de acuarelă) (capitolul I); frecatul ușor sau atingerea părții sensibile cu un bețișor (fapte relatate în mai multe capitole) și atingerea părților sensibile cu bucățele de ață sau sfoară — care formau un ochi —, bucățele a căror greutate era cunoscută (capitolul al II-lea și următoarele) metode de determinare a părților sensibile și a limitei inferioare a sensibilității tigmotactice. Metoda aceasta a trecut repede în circulația generală (N. G. Holodnîi, *op. cit.*, p. 11).

limitate, dar eficiente, ale plantei în aprecierea calitativă a naturii contactului și chiar în explorarea spațiului înconjurător prin mișcări revolutive sau prin mișcări dirijate spre suport[31].

În acest studiu găsim destul de net exprimate date asupra evoluției stadiale a capacității de percepere a stimulului, paralel cu evoluția stadială a întregului cîrcel. Sensibilitatea este o proprietate pe care cîrcelul n-o posedă din primele momente ale diferențierii sale. Sensibilitatea apare în cursul dezvoltării ontogenetice a structurilor cîrcelului, pețiolului, pedunculului floral etc. [32].

Hotărîtoare pentru diferențierea ulterioară a structurilor cîrceilor sînt un contact prelungit și posibilitatea lui să se încolăcească și să rămînă astfel în jurul suportului. Din acest moment funcțiile organului sensibil se atenuează și dispar, structurile sensibile fiind înlocuite cu alte structuri; are loc fenomenul de contracție spiralată [33] sau de diferențieri speciale, care măresc aderența cîrcelului la suport (discuri, perniță etc.) [34]. Sensibilitatea nu caracterizează decît unele părți ale plantelor volubile și cu cîrcei; n-o găsim, după Darwin, la plantele cățărătoare cu ajutorul cîrligelor.

În *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare*, Darwin reușește să expună probleme și să tragă concluziile pe baza unui număr impresionant de experiențe [35], așa cum n-a făcut nici unul din predecesorii săi. Pentru ediția a II-a a lucrării, lui Darwin i-au fost de folos, în privința sensibilității, studiile sale efectuate asupra plantelor insectivore, unde el constată o reacție tigmotactică tot așa de fină — ca prag reacțional și ca reacții de diferențiere a naturii contactului. În cazul unui excitant neadecvat (la plantele carnivore) sau al unui contact prea scurt și slab (la plantele cățărătoare), încurbarea începută revine la situația anterioară,

[31] O altă formă de comportare, observată demult (alineatul privitor la *Cesalpinus*) și descrisă și de Darwin, o constituie mișcările neregulate, ca formă, pe care Darwin le descrie la cîteva specii. Dintre acestea noi vom cita numai pe cele observate la *Bignonia littoralis* (capitolul al III-lea). Aceasta, prin mișcările sale, s-ar părea că ar reuși să sesizeze existența unui suport în apropierea sa. Darwin atrage atenția lui Hooker (scrisoarea din 25 iunie 1863, *Life and Letters...*, vol. III, p. 311) asupra părerii unui grădinar istet, vecinul său, care, privind un exemplar de *Echinocystis lobata*, a exclamat: „Cred, domnule, că acești cîrcei pot să vadă, deoarece ei găsesc orice suport din apropierea lor".

Astăzi se admite că plantele cățărătoare prezintă două feluri de mișcări: de încolăcire și de explorare. Ultimele se fac fie prin mișcări revolutive regulate ale părții sensibile (internodii, pețioluri, cîrcei etc.), care explorează spațiul din jurul lor, fie prin mișcări eliptice regulate, fie prin mișcări de explorare care par orientate, mișcări al căror studiu nu este încă decît în faza incipientă.

A. și J. Tronchet (1945 — 1952), (citat de L. Baillaud, în W. Ruhland, *Handbuch*... vol. XVII, nr. 2, p. 620) a urmărit mișcările cîrceilor care descriau elipse obișnuite. În vecinătatea lor a pus un pai de graminee. Adesea (nu întotdeauna) s-a observat o deplasare foarte netă a traiectoriei cîrcelului care se apropia de tutore, mai mult decît se putea prevedea după comportarea sa anterioară. Cînd tutorele era deplasat, se modifica și sensul mișcării. Se remarcă tendința de apropiere de noul loc ocupat de tutore. Autorii au observat cum cîrceii „refuză" uneori să atingă tutorele A. și J. Tronchet au fost impresionați de bizareria acestei mișcări, ca și de lipsa de precizie a rezultatelor, care nu depindeau de atingerea cîrcelului, ci numai de apropierea sa. Ei au notat de asemenea că, dacă se scotea tutorele, cîrcelul revenea la elipsele sale anterioare regulate. Desigur că interpretarea acestui fenomen, observat de mulți cercetători, ridică probleme grele. În cazul hidrotropismului sau chemotropismului, putem invoca sensibilitatea specializată față de vaporii de apă sau aerosoli, pe care partea sensibilă a rădăcinii îi sesizează chiar atunci cînd sînt în cantități infinitezimale. Să explicăm acest caz prin ipoteza emiterii unor substanțe volatile emanate de către tutore, substanțe sesizate de cîrcel? Ne este foarte greu să dăm un răspuns la aceste întrebări și nu ne dăm seama ce valoare are ipoteza noastră de lucru.

[32] Pentru momentul cînd se diferențiază sensibilitatea și cînd ea se stinge vedeți capitolul al II-lea, *Solanum jasminoides*; *Liliacee, Gloriosa plantii*; capitolul al III-lea, *Bignonia littoralis* și *Eccremocarpus*; capitolul al IV-lea, *Sapindaceae, Cardiospermum*; capitolul al V-lea, „Rezumat și observații finale". Pentru identitatea funcțiilor cîrceilor independent de originea lor, a se vedea capitolul al V-lea, „Rezumat și observații finale".

[33] Vedeți capitolul al IV-lea, „Contracția spiralată a cîrceilor"; capitolul al V-lea, „Rezumat și observații finale".

[34] A se vedea în capitolul al II-lea exemplul plantei *Clematis calycina*, la care cîrceii, după fixare, dobîndesc un grad extraordinar de duritate și rigiditate.

În capitolul al IV-lea, „Contracția spiralată; rezumat asupra naturii...", Darwin citează cazul cîrceilor de *Vitaceae*, de *Ampelopsis* și de *Bignonia capreolata*, care după încolăcire diferențiază discuri sau substanțe adezive etc. Procesul modificării organului cățărător după contactul său strîns cu suportul nu caracterizează numai plantele cu cîrcei. Darwin citează cazul speciei *Ficus repens*, care se cațără cu ajutorul rădăcinilor. Acestea, odată fixate, se pare că secretă un lichid vîscos, puternic adeziv (capitolul al V-lea).

[35] Numărul experiențelor din această lucrare descrise detaliat este de circa 250 și al celor descrise în mod mai general este de asemenea mare. Numărul speciilor studiate mai mult este de 88, iar mai sumar de circa 20. Numărul familiilor studiate este de 35.

iar organul respectiv este din nou capabil să reacționeze [36]. În zilele noastre ne este greu să înțelegem asemenea reacții fără a admite existența unui sistem aferent și eferent și a unei căi de informare permanentă (retroacțiuni, conexiune inversă sau „feed-back"), cu ajutorul căreia să se regleze reacțiile motorii (efectoare : încurbarea), „inhibarea" sensibilității (în timpul încurbării), „dezinhibarea" ei și recîștigarea sensibilității inițiale (după revenire la poziția inițială), în cazul unui contact inadecvat sau insuficient. Se poate afirma că în experiențele lui Darwin, făcute cu un secol în urmă pentru a demonstra aspectele cantitative și calitative ale diferitelor forme de sensibilitate la plante — expuse atît în *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare*, cît și în *Capacitatea de mișcare la plante* — găsim elemente care pledează pentru existența sistemelor cibernetice nu numai la animale, ci și la plante [37].

[36] O problemă comună plantelor cățărătoare și celor studiate în *Capacitatea de mișcare la plante* este aceea a contactelor scurte (prin atingere sau frecare). Circelul, pețiolul, radicula, cotiledonul, epicotilul sau hipocotilul plantelor studiate (în această ultimă lucrare), pediculii glandulari de pe frunzele plantelor insectivore, toți au o comportare analogă : cînd contactul este eficient, partea respectivă se curbează. Dar dacă durata excitantului este scurtă — la circei sau la organele axiale în procesul creșterii — sau dacă natura chimică a excitantului nu este adecvată (de exemplu nu conține compuși azotați), curbura se îndreaptă și organul își recapătă sensibilitatea sa inițială, ca și capacitatea sa de a reacționa din nou.

În timpul încurbării, excitația pare urmată de ceea ce se numește la animale o „inhibiție" și de o „dezinhibiție" atunci cînd porțiunea curbată revine la poziția sa inițială. Ireversibile sînt, de exemplu, mișcările bruște ale sacilor polinici de la orhidee. Dar acesta este alt gen de mișcare, de care Darwin nu se ocupă în cele două lucrări expuse aici.

Revenind la mișcările spontane, reversibile, vrem să atragem atenția asupra analogiei dintre excitație, transmiterea ei altor segmente și inhibiția zonei sensibile la plante și animale în condiții similare.

Darwin vorbește în treacăt și despre fenomenul de sumație, care nu fusese încă descoperit pe vremea lui, adică de nevoia repetării excitațiilor la intervale scurte de timp și de sumarea lor. Fenomenul are loc atunci cînd contactul se prelungește sau se repetă des. Este suficient să se urmărească cu atenție descrierea fenomenului la *Passiflora gracilis* (capitolul al IV-lea) sau la *Pisum sativum* (capitolul al III-lea), pentru a găsi toate elementele descrise de noi mai sus.

[37] Biocurenții reprezintă unul din mecanismele de transmitere a excitației. Alt mecanism este acela de difuziune al hormonilor vegetali. Problema existenței biocurenților la plante era cunoscută de Darwin din experiențele lui Burdon-Sanderson (1883), după cum reiese din scrisoarea lui Darwin către acest fizician, din 9 septembrie 1873 (Fr. Darwin, *More Letters...*, vol. II, p. 395). Darwin a fost viu interesat de descoperirea biocurenților în timpul încurbării pedunculilor glandelor frunzei de *Dionaea* (plantă insectivoră) și a dat chiar cîteva sugestii lui Burdon-Sanderson.

Mai tîrziu, după moartea lui Darwin, un ilustru fizician indian, Jadis Chandra Bose, a efectuat un enorm număr de lucrări asupra biocurenților la plante și asupra analogiei lor cu curenții similari de la animale. Rezultatele lui Bose, discutate de unii cercetători la vremea publicării lor, sînt în general acceptate azi. Așa, de exemplu, din *Enciclopedia fiziologiei plantelor* a lui Ruhland, 1962, vol. XVI, nr. 2, citățm articolul lui K. Umrath : *Autonome Bewegungen von Blättern und autonome Erregungsvorgänge* (p. 542—560), în care sînt citate, confirmate și dezvoltate experiențele lui Bose expuse în cartea sa *Growth and Tropic Movements of Plants* (Ed. Longmans, Green et Co, Londra, 1928). De asemenea, lucrarea foarte recentă a lui L. Brauner : *The Effect of Gravity on the Development of Electric Potentials in Plant Tissus* (Endevour, 1969, vol. XVIII, nr. 103, p. 17—22). Autorul studiind biocurenții în timpul perceperii stimulului gravitațional la plante, confirmă descoperirea lui Bose privitoare la formele pe care le îmbracă polarizarea electrică a celor două jumătăți ale unui organ axial de plantă în poziție orizontală. Brauner discută cu această ocazie rolul auxinei în timpul stimulării geotrope. Problema biocurenților la plante a dat naștere la numeroase lucrări efectuate cu mijloace moderne, care confirmă existența sistemelor cibernetice la aceste organisme.

B. Scott a studiat acești curenți la alga cu celulă enormă *Chara australis*, ca și la unele rădăcini. El a reușit să stabilească curenții inverși (retroacțiuni, conexiunile inverse, „feed-back") și închiderea circuitului în procesul cibernetic de autoreglare (B. Scott, tradus din revista americană *Scientific American* și publicat în l. rusă în colecția „Struktura i Funkția kletki", Izdatelstvo Mir, Moscova, 1964, p. 184—196).

O interesantă lucrare sovietică care pune problema sistemelor de autoreglare la plante este aceea a lui V. G. Kamarov și V. N. Savin, al cărei titlu în traducere este : *Dinamica reglării metabolismului hidric la fasole în condițiile trecerii sale la regimul oscilant* (Bionika, Edit. Nauka, 1965, p. 463—468).

Interesante sînt și lucrările lui D. M. Bose, B. Saha, B. C. Kundu, B. K. Dutt și A. G. Thakurta, continuatori indieni ai operei lui J. Chandra Bose. Acești cercetători au studiat în paralel mersul excitației și căile ei de transmitere prin phloemul extern la *Mimosa* și la alte plante, punînd în evidență faptul că unele celule ale acestei căi de circulație nu au pereți despărțitori transversali. Din aceste lucrări citățm doar cîteva : M. Datta, *A New Interpretation of the Structure of the Contractile Vacuole in Sensitive Pulvini* (Trans. of the Bose Institute, Calcutta, 1959, vol. XXIII, nr. 60, p. 1—20); B. K. Dutt și A. G. Thakurta, XII *Spasmodic Evening Fall of the Leaf of Mimosa pudica* (*ibidem*, 1959—1960, vol. XXIII, p. 91—106); D. M. Bose, *Recent Pysiological and Cytological Investigations on Plants with Motile Organs* (Proc. of the National Inst. Science of India, 1960, vol. 26, p. 281—304); D. M. Bose și B. Saha, *Histological Aspects of the Excitation Channels in the Leaf of Mimosa pudica* (Trans. of the Bose Res. Institute, 1967, vol. 30, p. 1—12); B. C. Kundu și B. Saha, *Observations on the Phloem in the Three Species of Mimosa* (*Experientia*, Basel, 1968, vol. 24, p. 287—288).

Problema este desigur departe de a fi rezolvată. Dar drumul pe care l-au luat cercetările actuale de bionică confirmă în mare măsură multe din fenomenele de excitație, inhibiție și reacții motorii (de încurbare) descrise de Darwin, ca și variațiile sensibilității organelor axiale, în funcție de momentul funcțional și de stadiul lor de dezvoltare. Existența, secreția și difuzarea unor hormoni de creștere din zonele sensibile (hormoni a căror existență a fost intuită de Darwin) și rolul acestor hormoni nu numai în fenomenul de încurbare, dar și în fenomenele de creștere și de diferențiere celulară, nu mai fac obiectul unor discuții. Vom reveni în altă lucrare asupra acestor probleme complexe.

Dar pentru că am vorbit despre sistemele cibernetice de la animale, credem că expunerea despre plantele cățărătoare merită a fi terminată cu o părere la care Darwin ținea foarte mult: plantele dobîndesc sensibilitatea numai „cînd le este de vreun folos". Vedem prin această proprietate „cît de sus se poate ridica o plantă pe scara organică atunci cînd examinăm una din cele mai perfecte plante înzestrate cu cîrcei. Ea își așază mai întîi cîrcelul gata de acțiune, după cum un polip își așază tentaculele sale. Atunci cînd un cîrcel se deplasează, forța gravitației acționează asupra sa și el se îndreaptă. Dacă lumina acționează asupra cîrcelului, el se apleacă spre ea sau spre partea opusă sau nu ține seama de lumină, după cum îi este mai avantajos... Dacă cîrcelul întîlnește vreun obiect, el se încolăcește în jurul său și îl cuprinde puternic. În decurs de cîteva ore, cîrcelul se contractă în spirală, trăgînd tulpina în sus și formînd un arc excelent. Acum toate mișcările încetează. Cîrcelul și-a executat munca și putem spune că el și-a executat-o admirabil" (capitolul al V-lea, „Rezumat și observații finale"). În acest pasaj găsim o expresie, încă timidă, a unității dintre animale și plante în privința sensibilității, concepție pe care Darwin o va expune cu mai multă fermitate în *Capacitatea de mișcare la plante*. Noi împărtășim părerea lui Holodnîi după care lucrarea privind plantele cățărătoare „nu lasă nici o îndoială asupra faptului că pentru Darwin mișcarea cîrceilor reprezintă fenomene tipice ale iritabilității" (*op. cit.*, 1941, p. 9).

Reactivitatea la plante [38], cum vom arăta după analiza lucrării *Capacitatea de mișcare la plante*, ar trebui să fie luată în considerație din nou pe baza progreselor multilaterale pe care le-a făcut fiziologia plantelor în ultimele decenii, pentru a se stabili mai concret analogiile și neanalogiile ei cu cea de la animale. Unitatea funcțională dintre aceste două regnuri, pe care Darwin s-a străduit s-o demonstreze în cele două lucrări analizate aici, merită o reconsiderare critică de pe baze noi.

Revenim la perioada dintre anii 1865 și 1880, adică dintre publicarea primei ediții a lucrărilor *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare* și *Capacitatea de mișcare la plante*.

A. B. Frank (1839—1900) este una din figurile reprezentative ale celei de-a doua jumătăți a secolului al XIX-lea în domeniul fiziologiei materialiste a plantelor și al fitopatologiei. În cursul lucrărilor sale, A. B. Frank reia teoria lui Dutrochet asupra tropismelor, pe care o dezvoltă în domeniul foto- și geotropismului. În aceste studii, el dezvoltă de asemenea teoria lui A. de Candolle privitoare la influența iluminatului lateral asupra reacțiilor fototrope. Frank (1868) ridică la rangul de teorie cercetările disparate făcute pînă atunci în problema creșterii inegale a rădăcinilor. El a demonstrat că, atunci „cînd o radiculă este într-o poziție orizontală sau înclinată, partea sa terminală, care crește, se curbează în jos sub influența gravitației".

Tropismul (în acest caz geotropismul) constituie un factor de influență a creșterii organelor axiale. Frank extinde teoria sa și aduce noi argumente, demonstrînd interrelațiile dintre creșterea inegală a organelor axiale și mișcările foto- și geotrope. Frank nu studiază numai organele axiale, aeriene ale plantelor în creștere, ci și radiculele, aducînd dovezi în sprijinul analogiei dintre reacțiile tropice ale acestora și cele ale organelor aeriene. El combate unele teorii mecaniciste care mai circulau în timpul său și demonstrează că mișcă-

[38] Termenii de „sensibilitate", „excitabilitate" și „iritabilitate" redau unele aspecte foarte pozitive ale proprietății materiei vii de a reacționa la stimuli externi și interni, fie că aceste organisme se găsesc pe treapta de organizare reprezentată de microorganisme, de plante sau de animale. Dar dacă noțiunea de „sensibilitate" este ceva mai largă, cele de „excitabilitate" și de „iritabilitate", deși reprezintă noțiuni cu circulație mare, totuși încep să nu mai fie corespunzătoare. Acești doi termeni nu redau fenomenul de inhibiție. Noțiunea de „sensibilitate" nu redă fenomenul de analiză și sinteză, de conexiune inversă („feed-back"), nici pe acela al stereotipurilor dinamice, în care este suficient să dezlănțui una din verigi pentru ca întreg lanțul de reacții să fie dezlănțuit (deoarece prima verigă constituie excitantul condiționat al celei de-a doua ș.a.m.d.).

Termenul de „sensibilitate" nu redă nici *legăturile temporare*, principiu foarte general pe care îl găsim pe toate treptele de organizare a materiei vii, nu redă nici *capacitatea legăturilor temporare de a se transforma în legături permanente*.

De aceea noi propunem să înlocuim termenii de „sensibilitate", „excitabilitate" și „iritabilitate" cu termenul mult mai cuprinzător de „reactivitate". Această reactivitate, așa cum demonstrează cele două lucrări analizate, nu este apanajul numai al animalelor. O regăsim și la plante, la care mișcările spontane reprezintă de fapt reacții înnăscute, deci fixate printr-o lungă evoluție a milioane de generații în contact cu mediul. Și la ele putem observa fenomene de excitație, inhibiție, conexiuni inverse, mișcări stereotipe descrise la animale. Prin dezlănțuirea reacției unei verigi (de exemplu a excitației) se provoacă difuzarea auxinelor (a doua verigă în lanțul de reacții). Încurbarea (prin dezlănțuirea unor procese metabolice în care intră un complex de fenomene fizico-chimice și chimice) reprezentînd a treia verigă din lanț ș.a.m.d.

rile tropice nu sînt pasive, ele constituind răspunsuri active ale plantei la excitanți externi. O valoarea deosebită o au studiile sale asupra organelor axiale orizontale aeriene ale plantelor, demonstrînd că atît foto-, cît și geotropismul concură în menținerea poziției orizontale a unor tulpini [39].

Frank a fost influențat de cercetările lui Darwin asupra mișcărilor la plante. Cercetările lui Frank au avut un răsunet inegal. Cele privitoare la tropisme și la reacții active adecvate ale plantelor la excitanți externi nu au reușit să învingă reticența fiziologilor botaniști din timpul său. Cercetările lui Frank au reținut atenția lui Darwin, care le dădea o înaltă apreciere [40]. Ambii se întîlnesc în deceniile 8 și 9 ale secolului trecut pe aceeași poziție materialistă. Ambii s-au străduit ca studiul mișcărilor spontane la plante să depășească faza de inventar descriptiv, care mai domina în acel timp, și să se treacă de la teoriile mecaniciste la studiul interrelațiilor dintre organismele plantelor și factorii din mediul lor de viață care au rol de excitanți. Frank, ca și Darwin, a studiat de asemenea căile și mecanismele de transmitere a excitațiilor. Existența în mediu a acestor factori permanenți impune plantei o adaptare diferențiată și adecvată în întreaga sa viață [41].

Perioada din viața lui Darwin dintre 1865 și 1880 ni se pare hotărîtoare pentru concepția sa. În acest timp, pe lîngă schimbul permanent de păreri dintre Darwin și Asa Gray, Fritz Müller și alți botaniști, apare tot mai pregnantă influența lui J. Sachs, H. de Vries și Pfeffer.

Prof. J. Sachs devine figura proeminentă — și pe bună dreptate — a celui de-al 4-lea pătrar al secolului al XIX-lea, prin lucrările sale, ca și prin elevii săi, în primul rînd prin Pfeffer.

Fritz Müller are meritul de a-i fi atras atenția lui Darwin asupra existenței mișcărilor de circumnutație la unele organe axiale nestudiate pînă atunci de Darwin. Într-adevăr, Roza, fiica lui Fritz Müller, a descoperit circumnutația vîrfului tulpinii la plantula de *Linum usitatissimum* [42]. Aceasta, după Francis Darwin, a fost probabil prima mișcare de circumnutație la o plantă necățărătoare de care a luat cunoștință tatăl său [43]. În 1865 și chiar în 1868, ideile lui Darwin despre generalitatea acestei mișcări spontane nu păreau conturate, cu toate că el observase mișcarea de revoluție de nenumărate ori la plantele volubile și cățărătoare, după cum reiese din scrisorile sale către Fritz Müller [44].

Perioada dintre anii 1875 și 1880 este deosebit de importantă pentru pregătirea elementelor pe care Darwin le va folosi ca documentare în elaborarea *Capacității de mișcare la plante*. Această perioadă se caracterizează prin studiul tropismelor și al interrelațiilor lor cu mișcările spontane, revolutive ale plantelor.

[39] (Citat după *Capacitatea de mișcare la plante*, capitolul al II-lea). Ch. și Fr. Darwin confirmă teoria lui Frank în ceea ce privește poziția orizontală sau oblică (circa 45° față de orizontală), dar nu și în legătură cu alte înclinații. Se stabilește astfel că există o interrelație între poziția optimă a radiculei și acțiunea gravitației. Sachs (1873) a arătat că, atunci cînd radicula se curbează în jos, crește suprafața sa superioară, iar creșterea suprafeței inferioare este mult întîrziată.

Titlul lucrării lui Frank este: *Die natürlichen wagerechte Richtung von Pflanzentheilen* (1870). Tema interferențelor dintre mai mulți factori tropici asupra creșterii și mișcărilor revolutive ale unor structuri va fi reluată și dezvoltată în *Capacitatea de mișcare la plante* și apoi de mulți alți cercetători pînă în zilele noastre.

[40] Darwin, într-o scrisoare către Paget (*More Letters...*, vol. II, p. 426), după ce elogiază pe Frank, considerîndu-l observator și experimentator de cea mai înaltă clasă, se miră de faptul că „pentru o rațiune necunoscută a fost mult timp aspru criticat în Germania".

Am căutat cu atenție în cele două colecții de scrisori rămase de la Darwin scrisori către Frank și, spre surprinderea noastră, nu am găsit nici una, deși Darwin manifesta o mare inițiativă în relațiile sale cu cercetătorii ale căror lucrări îl interesau.

[41] N. G. Holodnii, *op. cit.*, 1941, p. 9.

[42] Lucrarea a fost publicată în Jenaische Zeitschrift, 1868, vol. V, p. 137 (*More Letters...*, vol. II, p. 354; introducerea scrisă de Francis la scrisoarea nr. 672).

[43] *Ibidem.*

[44] Citățm din scrisoarea lui Darwin către Fr. Müller din 9 decembrie 1865: „Este curioasă observația fiicei dv. asupra mișcării vîrfului tulpinii la *Linum* și cred că lucrarea ar merita să fie continuată. Eu bănuiesc că multe plante se mișcă puțin după soare, dar nu toate plantele se mișcă după soare, deoarece am urmărit cu deosebită atenție astfel de mișcări" (*More Letters...*, vol. II, p. 346, scrisoarea nr. 672).

În scrisoarea lui Darwin către Müller din 3 aprilie 1868, se spune: „Diagrama dv. asupra mișcării pedunculului floral la *Alisma* [*macrophylla*] este extrem de curioasă. Presupun că mișcarea nu folosește plantei, dar arată cît de ușor o plantă poate fi transformată într-una cățărătoare. Ea trebuie să se curbeze atunci cînd se freacă, din cauza iritabilității sale" (*ibidem*, pasaj redat de Fr. Darwin, după textul scrisorii precedente). După Sachs, creșterea inegală la nivelul aceleiași părți a plantei poate să prezinte două faze, una de creștere și a doua ceea ce numim azi auxeză. Succesiunea acestor fenomene, urmărite și citologic, dă o deosebită greutate teoriei lui Sachs. Fenomenul de turgescență este de asemenea foarte atent studiat, în special de H. de Vries. Sînt descrise două mecanisme ale creșterii inegale: unul realizat

Cele mai importante lucrări dintre anii 1865 și 1880 în acest domeniu sînt, desigur, cele ale lui Julius Sachs și ale elevilor săi, Pfeffer și Hugo de Vries. Din concepția lui Sachs vom semnala numai acele laturi, fapte sau ipoteze care au relații cu cele două lucrări ale lui Darwin despre mișcarea la plante. Vom reda mai întîi cîteva trăsături generale și apoi aspecte particulare ale acelor opere ale lui Sachs, Pfeffer și Hugo de Vries care au fost în atenția lui Darwin în cele două lucrări.

Sachs a mers pe două linii : întîi a studiat cu atenție lucrările naturaliștilor care în evul mediu și mai ales după aceea, în secolele al XVIII-lea și al XIX-lea, au elaborat studii privind unele aspecte ale creșterii organelor axiale, cum sînt creșterea inegală, încurbarea sau mișcările revolutive. Din datele acestea disparate, pe baza numeroaselor rezultate experimentale noi obținute de el și elevii săi, Sachs a elaborat o teorie nouă asupra creșterii inegale a organelor axiale. Această teorie înmănunchea într-un singur sistem datele de fiziologie cu cele de citologie (creștere, auxeză) și de chimie fizicală (turgescență etc.), cu fenomenele mecanice privitoare la mișcarea revolutivă [45].

Dar, deși Sachs a fost un fiziolog multilateral, el nu a fost în aceeași măsură biolog. Acest ultim aspect l-a deosebit în mod esențial de Darwin.

Sachs și Pfeffer au studiat intens mișcările de somn ale frunzelor. Dar ei au redus factorii determinanți nu la factorii declanșatori, ci la cei modulatori (temperatura, variațiile intensității luminoase ș.a.). Și totuși nu au lipsit ipoteze în această privință. Așa, de exemplu, Linné, în celebra sa carte asupra somnului plantelor, emite ipoteza că mișcările de somn la plante ar constitui un mijloc de apărare a frunzelor contra rigorilor frigului nopții. Dar această ipoteză se pare că nu a stîrnit interesul lui Sachs. Abia Charles și Francis Darwin au verificat-o cu răbdare și pe un foarte vast material, împiedicînd frunzele să doarmă și supunîndu-le la temperaturi nocturne în jur de 0°C și chiar sub această temperatură, după cum reiese din lucrarea *Capacitatea de mișcare la plante*.

Sachs a citit și a expus critic cercetările și teoriile botaniștilor care au precedat — în domeniul fiziologiei plantelor — propriile sale cercetări. Una din acestea revine în multe lucrări. Din antichitate și pînă în zilele noastre s-a invocat analogia dintre plante și animale. Recu-

numai prin turgescență (urmărit de Pfeffer în pulvinele frunzelor în timpul mișcărilor nictitrope) și altul în care creșterea este urmată de auxeză (mecanism studiat în special de H. de Vries).

Sachs, Pfeffer și H. de Vries urmăresc mișcările revolutive la radicule și la lăstari și studiază fenomenul de somn al frunzelor și importanța prezenței sau absenței pulvinelor în acest proces.

Ei studiază, de asemenea, mișcările revolutive în raport cu factorii tropici (în special foto- și geotropism), cu temperatura, alternanța luminii și a întunericului etc.

Sachs ajunge să formuleze teoria acțiunii directe a luminii laterale asupra creșterii. Citolog de înaltă clasă, el observă că celulele organelor axiale, în procesul creșterii plantelor, ajung să se încadreze pe linia direcției luminii sau gravității. Studiind și alte tropisme, Sachs sesizează că, pe lîngă aspecte generale, prin diferitele lor caractere reacțiile tropice se deosebesc destul de mult una de alta. Așa, de exemplu, Sachs stabilește că forța gravitației este slabă. El conchide că epinastia se datorește intensificării creșterii de-a lungul părții superioare a pețiolurilor și a altor organe.

Sachs descrie ortotropismul și plagiotropismul. El reia problema, ridicată din timpuri mai vechi, asupra sensibilității la plante și determină că sensibilitatea este localizată la o mică distanță de vîrf. Sachs nu trasează o linie netă între capacitatea de a recepționa stimulul tropic și răspunsul prin încurbare, așa cum vor face mai tîrziu Charles și Francis Darwin.

Pfeffer studiază viteza cu care se face o mișcare revolutivă, iar Hugo de Vries stabilește că încolăcirea și răsucirea la plantele volubile reprezintă două faze distincte una de alta.

Sachs pune la punct o serie de aparate de care se vor servi și Charles și Francis Darwin în *Capacitatea de mișcare la plante*.

Acestea ar fi, foarte succint expuse, unele din părțile generale și speciale ale teoriei lui Sachs asupra creșterii inegale și asupra mișcărilor revolutive sub influența factorilor tropici și a factorilor fizici. În *Capacitatea de mișcare la plante* se găsesc citate și discutate detalii privind fiecare problemă expusă în această notă infrapaginală.

[45] Datele citate în *Capacitatea de mișcare la plante* fac parte din lucrările lui Sachs din 1863 și mai ales din 1872, 1873, 1874 și 1880. Unele dintre acestea reprezintă memorii, altele tratate. Datele privitoare la lucrările lui Pfeffer sînt cele din memoriul său din 1875, iar cele privitoare la H. de Vries se referă la memoriile sale din 1873 și 1879, toate citate de multe ori în *Capacitatea de mișcare la plante*.

Atît Sachs, cît și elevii săi se ocupă în special de mecanisme, și nu de legile care le dirijează. În centrul atenției lui Sachs și a celor doi elevi ai săi stă mișcarea revolutivă. Pentru denumirea ei, Sachs folosește un termen mai vechi (uzitat de Duhamel), acela de „nutație". Sachs, Pfeffer și H. de Vries descriu nutația ca pe o mișcare care apare în procesul creșterii plantelor, în special în fazele tinere, dar nu numai la ele, ci și la părțile mature ale plantei.

Principalul mecanism în jurul căruia gravitează toate cercetările lor este creșterea inegală, descrisă sporadic și înaintea cercetărilor lor. Însă la ei fenomenul de creștere inegală este studiat sistematic și așa de mult, încît teoria asupra acestui fenomen ajunge la o treaptă calitativ superioară, care domină.

noaștem că nici una din aceste ipoteze nu avea în fond o bază științifică. Sachs a avut ocazia să le cunoască și să respingă unele din ele [46].

Totuși, Sachs ca citolog a observat că atît la plante, cît și la animale celulele constituie elementul fundamental din care sînt construite metazoarele și metafitele, dar că în privința citoplasmei și a nucleului, ca și a funcțiilor lor generale, metabolice, celulele nu sînt identice. În schimb, formele de diviziune (de care s-a ocupat activ Sachs, aducînd date noi valabile pînă azi), sînt identice în cele două regnuri [47]. Pe de altă parte, Darwin, în *Originea speciilor*, ridicase problema legilor generale ale evoluției, care sînt aceleași atît pentru plante, cît și pentru animale. Totuși, Sachs nu a părut preocupat de problema legilor comune. De ex., tropismele sînt manifestări reacționale ce caracterizează atît protozoarele și protofitele, cît și restul plantelor pînă la cele superioare. Sachs a studiat foarte serios tropismele și acțiunea lor asupra părților plantelor, însă fără să generalizeze.

III. *ANALIZA CELOR DOUĂ LUCRĂRI*

A fost meritul lui Darwin de a fi căutat și găsit o expresie concretă, materialistă a legilor comune plantelor și animalelor nu în modalitatea lor de realizare (care nu poate fi identică), ci în legile excitației, în diferențierea lor ca un proces adaptativ, în demonstrarea existenței unei evoluții biologice avînd aceleași caracteristici generale. Darwin a putut să îmbrățișeze în toată complexitatea sa domeniul fiziologiei plantelor în diferitele sale lucrări de botanică, efectuate timp de circa două decenii, și să le coreleze cu laturile lor biologice. Pentru a putea trece de la un domeniu la altul și pentru a putea generaliza, el a pus la punct metoda inductivă — deductivă [48]. Pe această bază a putut să treacă de la singular la particular și de la acesta din urmă la general și invers. Dovezile sale le-a scos studiind un număr impresionant de specii din majoritatea familiilor de fanerogame și cîteva criptogame, prin enorm de numeroasele experiențe pe care le-a efectuat în timpul cît a lucrat la elaborarea lucrării *capacitatea de mișcare la plante* [49].

În lucrarea *Capacitatea de mișcare la plante*, spre deosebire de cele precedente, numărul colaboratorilor și al corespondenților săi voluntari este extrem de redus [50]. În schimb, metodologia folosită este deosebit de variată și ingenioasă [51]. Munca pentru elaborarea acestei

[46] De exemplu teoria contracțiilor în cursul mișcărilor revolutive, care s-ar fi efectuat cu ajutorul unor fibre analoge cu fibrele musculare de la animale. De la Malpighi și pînă la Link (secolul al XIX-lea) și A. von Humboldt, un mare număr de cercetători serioși au mers pe linia greșită a „animalizării" plantelor, dacă ne putem exprima așa, atribuindu-le proprietăți contractile caracteristice numai animalelor. F. Bünning (*op. cit.*, 1959) scrie: „A. von Humboldt a sperat să găsească fibre musculare în țesuturile excitabile ale plantei, iar Leclerc, nu de mult, în mod inexplicabil, a presupus că organele de mișcare ale plantelor sensibile ar consta din fibre paralele, care ar corespunde celor două feluri de mușchi ai animalelor. Mai demult, Kohn a încercat să compare celulele vegetale din staminele *Cinareelor*, celule care se contractă, cu mușchii netezi. În ceea ce privește excitația, s-au căutat la plante formațiuni anatomice care să corespundă nervilor animalelor. Aceste căutări au fost, la rîndul lor, strîns legate de ideea că mișcările plantelor ar trebui să fie însoțite de fenomene psihice..." (p. 8—9).

Alte forme de analogii au fost descrise de Doddart, care în 1700 vedea în încurbările organelor axiale ale plantelor fenomene de simplă elasticitate. Sachs nu a aderat nici la ipoteza după care greutatea sevei elaborate ar fi fost la originea geotropismului pozitiv.

[47] Într-o lucrare recentă, V. D. Mârza, Mărioara Niculescu și Gioconda Dobrescu (Rev. Roum. Embryol. Cytol., Série de cytologie, 1967, vol. II) au demonstrat că și la animale se aplică observațiile făcute de Sachs, după care celulele cu doi nuclei se pot transforma într-o singură celulă tetraploidă și invers.

[48] V. D. Mârza și I. T. Tarnavschi „Studiul critic introductiv" la lucrarea lui Darwin *Diferite forme de flori...*, Edit. Academiei, 1965, vol. V („Interpretarea și generalizarea rezultatelor"), în care autorii caută să demonstreze felul în care Darwin a folosit metoda raționamentelor inductivo-deductive în biologie.

[49] Iată cîteva cifre, incomplete, asupra numărului global al experiențelor descrise în *Capacitatea de mișcare la plante*: capitolul I = 166; capitolul al II-lea = 159; capitolul al III-lea = 1 079; capitolul al IV-lea = 68; capitolul al VI-lea = 1 334; capitolul al VII-lea = 216 etc. Restul experiențelor sînt exprimate sub forma a ceea ce numim azi media rezultatelor parțiale. Redăm și amplitudinea studiilor lor asupra unora dintre formele de mișcare studiate în *Capacitatea de mișcare la plante*: prezența mișcării de circumnutație a fost studiată ca fenomen general, numai în capitolul al II-lea, la 29 de familii 80 de genuri și 96 de specii; circumnutația frunzelor a fost studiată la 30 de familii, 35 de genuri, 52 de specii (capitolul al IV-lea), somnul cotiledoanelor a fost studiat la 16 familii, 153 de genuri; acțiunea frigului asupra frunzelor a fost studiată la 13 specii pe care s-au efectuat (cu martorii respectivi) 1 159 de experiențe; somnul frunzelor a fost studiat la 69 de genuri etc.

[50] J. D. Hooker și V. Thyselton-Dyer, de la laboratorul de botanică din Kew, sînt cei mai des citați, apoi Fr. Müller din Brazilia, Asa Gray din S.U.A., F. Ludwig, dr. Wilson și dr. Asher, care i-au trimis specii (ultimul din Samara, din Rusia).

[51] În această lucrare folosește metode curente în tehnica studiilor de fiziologie vegetală din timpul său, cum sînt: 1) ciclometrul și 2) clinostatul lui Sachs; 3) metoda acestuia de fixare a semințelor cu ace la un capac; 4) metoda kimografuui (foarte rar folosită).

Unele metode (cele mai multe) sînt puse la punct de Charles și Francis Darwin. (Biografii ultimului îl consideră ca un experimentator foarte ingenios.) Dintre

lucrări a fost apreciată chiar de Darwin, în *Autobiografia* sa, ca muncă deosebită de cea utilizată pentru alte cercetări, deoarece, afirmă el laconic, „a fost o lucrare grea".

Capacitatea de mișcare la plante este opera în care Darwin expune concepția sa biologică asupra mișcărilor revolutive ale plantelor. Această concepție, bazată pe un enorm material experimental, face cartea greoaie și obositoare, într-o oarecare măsură.

Experiențele sale sînt efectuate cu ajutorul unui număr neobișnuit de mare de metode fiziologice, multe adecvate numai unui singur fel de mișcare. Deci, prin efectuarea acestei lucrări, s-a îmbogățit și domeniul metodologiei fiziologiei vegetalelor cu metode de determinare cantitativă și calitativă a fenomenelor de mișcare.

Important este faptul că, în *Capacitatea de mișcare la plante*, Charles și Francis Darwin aduc foarte valoroase contribuții în privința mișcărilor spontane, studiate de ei în mod complex.

Darwin descrie două feluri de mișcări spontane, revolutive. Un prim aspect, cum este circumnutația, nu cere excitanți specifici pentru a se declanșa. Se arată într-adevăr că, de exemplu, circumnutația hipocotilelor sau a radiculelor începe să se manifeste de timpuriu, înainte ca plantula în germinare să atingă stadiul de dezvoltare care o face aptă de a răspunde stimulilor tropici: lumina, umiditatea, chimismul solului etc.

Al doilea aspect este constituit de mișcările spontane, revolutive, care sînt dezlănțuite și modulate de factorii tropici.

Excitanții tropici sînt numeroși. Darwin a studiat un mare număr dintre ei și, după spusele lui Holodnîi (1941) a descoperit traumatropismul.

În fața celor doi autori s-a ridicat problema mișcărilor nictritrope sau de somn. Factorii determinanți ai acestor mișcări, și mai ales utilitatea lor pentru plante, l-au frămîntat pe Darwin. El a verificat o ipoteză elaborată de Linné privitor la acțiunea dăunătoare a frigului nopții asupra plantelor, stabilind că această ipoteză corespunde într-o măsură realității, de asemenea că prin fața superioară a frunzelor, cea mai sensibilă la acțiunea frigului, nu se pierde prin iradiere numai căldură, ci uneori și apă.

Am considerat că ar fi interesant să expunem realizările lui Charles și Francis Darwin în termeni de neurofiziologie animală modernă. În felul acesta ar putea ieși mai bine în evidență analogiile și deosebirile dintre plante și animale.

Tropismele reprezintă reacții senzoriale și motorii. Cei doi autori ai *Capacității de mișcare la plante* au reluat problema atît a sensibilității, cît și a reacției de încurbare care îi urmează (reacția efectoare sau motorie, cum îi spunem la animale). Ei au determinat caracterele fiecăreia din aceste două reacții în raport cu stimulul specific. Prin punerea problemei reactivității la plante în acest fel, Ch. și Fr. Darwin s-au deosebit de Sachs. Analogia cu reacțiile tropice de la animale a devenit evidentă în concepția lui Darwin.

Sistematizînd datele din lucrare, vom încerca să redăm cîteva aspecte ale sensibilității studiate de ei în cele două lucrări.

acestea citățm: 5) metoda de determinare a forței dinamometrice a radiculelor; 6) metoda de determinare a creșterii în grosime a radiculelor prin determinarea — și în acest caz — a forței lor dinamometrice cu ajutorul deștelui de rufe; 7) metode grafice de înregistrare, cu cartonașe, a mișcărilor de circumnutație; 8) autoînregistrarea mișcărilor radiculelor prin urmele lăsate de ele pe o sticlă afumată; 9) mișcările circumnutante ale părților aeriene ale plantulelor urmărite cu ajutorul ocularului micrometric (determinînd, ca și cu metodele precedente, durata, direcția, viteza mișcărilor); 10) determinarea microscopică a volumului celulelor în părțile care se curbează (cîrcei, radicule, cotiledoane etc.); 11) tot cu ajutorul acestei metode determină variațiile dimensiunilor celulelor, numărul celulelor în jumătatea inferioară și superioară a unei părți care se încurbează; 12) metoda marcajului vîrfurilor și al părților cu tuș, cu vopsea albă sau prin înmuierea părții respective într-o soluție de permanganat de potasiu (pentru marcarea vîrfului cotiledoanelor, genunchiului hipocotilului, nervurii mediane a cotiledonului); 13) marcajul părților pentru urmărirea deplasărilor lor în timpul circumnutației sau a încolăcirii în jurul unui suport; 14) vopsirea cu tuș a unei jumătăți a unui cotiledon cînd folosește iluminarea laterală, căutînd să demonstreze că numai variațiile intensității luminii, și nu direcția ei, constituie factorul activ (combătînd astfel cu argumente teoria lui Sachs în această problemă); 15) măsurarea unghiului de înclinare sau de ridicare, folosită în cazul urmăririi mișcărilor nictitrope; 16) metode mecanice de determinare a sensibilității tigmotropice a unor părți ale organelor axiale; 17) traumatropismul e determinat cu ajutorul secționării vîrfului organului axial (radicula sau coleoptil) și cu 18) ajutorul arderii sale cu un creion uscat de nitrat de argint; 19) în cazul hidrotropismului se efectuează ungerea părții sensibile cu un amestec de untdelemn și negru de fum sau izolarea vîrfului sensibil cu ajutorul unei scufii făcute din intestin de bou; 20) comprimarea printr-un fir metalic a radiculei pentru a împiedica circulația sevei etc.

Dintre aceste metode, unele au rămas, s-au perfecționat și au intrat în metodologia experimentală din domeniul fitofiziologiei, iar altele au numai o valoare istorică, după cum vom arăta mai departe.

a. Localizarea zonelor sensibile la vîrful radiculelor coleoptilelor sau în părţile laterale ale vîrfului la cîrcei [52]. Ei au căutat să stabilească dacă această sensibilitate se întîlneşte numai într-o singură parte (de exemplu în cea concavă) sau dacă toate feţele sînt sensibile.

b. Ch. şi Fr. Darwin au determinat pragul sensibilităţii tigmotactice, stabilind greutatea minimă necesară unui laţ de sfoară pentru a produce un efect motor (o încurbare vizibilă) şi variaţiile cu specia ale pragului sensibilităţii [53].

c. Ei au determinat de asemenea perioada de latenţă [54]

d. După provocarea unei excitaţii, urmată de o curbare pasageră, ei au observat că în cursul revenirii părţii curbate la poziţia anterioară reapare şi excitabilitatea acestei părţi. Pentru noi azi, la animalele, *faza pozitivă* (de excitabilitate) [55] este urmată de o *fază negativă* (de inhibiţie). Subliniem analogia dintre aceste două faze la plante şi la animale, analogie scoasă în evidenţă de J. C. Bose încă din 1902 prin studiul biocurenţilor. Bose a înregistrat în mod constant în faza negativă o cădere de potenţial trecătoare [56]. Faza pozitivă şi cea negativă în ambele regnuri au caractere asemănătoare.

e. O excitaţie singură, mai ales cînd este slabă, nu este în măsură să determine decît o încurbare trecătoare. Încolăcirea şi dezlănţuirea, precum şi efectele lor ulterioare [57] cer fie o excitaţie puternică, fie una prelungită, fie alteori o succesiune de excitaţii slabe la intervale date însă suficient de scurte pentru a nu se pierde efectul excitaţiilor anterioare.

[52] În *Capacitatea de mişcare la plante* este descrisă cu grijă problema localizării sensibilităţii în vîrful radiculelor, al cotiledoanelor, al pulvinelor şi chiar al limbului. Se determină distanţa de la vîrf pînă la zona sensibilă prin amputare, distrugere cu creion de nitrat de argint, acoperire cu un capişon de intestin de bou etc. Darwin are însă şi unele oscilaţii în această problemă; în capitolul al III-lea (rezumatul capitolului), Darwin afirmă: „O altă excelentă adaptare intră în joc. Partea superioară a radiculelor, după cum am văzut, este de asemenea sensibilă puţin deasupra vîrfului, iar curbura astfel produsă... se deosebeşte de curbura provocată de o excitaţie laterală a vîrfului". S-ar părea din acest text că în experienţele lor Ch. şi Fr. Darwin au reuşit să descopere doi centri de sensibilitate în vîrful radiculei, fiecare din ei avînd caracterele sale particulare. Dar, deoarece ei nu mai revin nicăieri asupra acestei probleme şi nici textul capitolului nu susţine această concluzie, o semnalăm ca atare.

[53] Citäm, de exemplu, variaţiile sensibilităţii cîrceilor la cîteva specii: *Clematis montana* (16,2 mg), *C. seiboldi* (8,1 mg), *Solanum jasminoides* (106,27 mg), *Passiflora gracilis* (1,23—2,02 mg). Această ultimă specie are cîrceii cei mai sensibili (capitolul I; capitolul al II-lea, *Solanaceae*; capitolul al IV-lea, „Rezumat asupra naturii şi acţiunii cîrceilor"). Vîrful radiculei de stejar este foarte sensibil la atingere, cel de *Aesculus hippocastanum* este mult mai puţin sensibil ş.a.m.d. (capitolul al III-lea, *Quercus*...).

[54] Latenţa cea mai scurtă a fost descrisă de Darwin la cîrceii de *Passiflora gracilis*, la care după atingere încurbarea urmează la 25—30 de secunde (capitolul al IV-lea, „Rezumat asupra naturii şi acţiunii cîrceilor"). La *Tropaeolum azureum*, peţiolul frunzelor tinere începe încurbarea după 5 min de la atingere. La *T. pentaphyllum*, în 20 min într-o zi rece şi în 6 min într-o zi caldă. La *T. tuberosum*, o dată cu scăderea capacităţii de rotire spontană, se observă o scădere a sensibilităţii şi a lungirii latenţei (capitolul al II-lea). În *Capacitatea de mişcare la plante*, latenţele sînt descrise aşa de des, încît nu socotim necesar să le semnalăm în mod special.

[55] În *Mişcările şi obiceiurile plantelor cäţărătoare* se dau multe exemple. Vom cita din nou cîrceii de mazăre. După o excitaţie uşoară (atingere cu un laţ de sfoară cîntărind 9,25 mg) cîrcelul se încovoaie. Dar după 2 ore el se redresează şi este gata să acţioneze din nou (capitolul al III-lea, *Leguminosae, Pisum sativum*). La *Mutisia clematis* vîrful cîrcelului este sensibil pe faţa sa inferioară. La o atingere scurtă el se curbează vizibil în trei minute şi revine în circa 6 ore, fiind din nou gata să perceapă o nouă excitaţie (capitolul al III-lea, *Compositae, Mutisia clematis*). În *Capacitatea de mişcare*... asemenea exemple abundă, mai ales în cazurile detaşării cartonaşelor lipite cu gumă arabică şi puse din nou după redresarea radiculelor.

[56] J. C. Bose (1902) foloseşte multe feluri de excitaţii care dau naştere la curenţi de acţiune. Vom cita numai pe cele efectuate prin traumatizarea plantelor. El a experimentat pe rădăcină (*Daucus carota* şi *Raphanus sativus*), tulpină (*Pelargonium* şi *Vitis vinifera*), peţiolul frunzelor (*Aesculus hippocastanum, Brassica napus, B. oleracea, Apium graveolens, Eucharis amazonica*) şi pedunculul floral (*Richardia africana*). În timpul fazei negative, Bose descrie o cădere bruscă de potenţial, cu revenire spre potenţialul iniţial. La o a doua excitaţie dată la puţin timp după prima, potenţialul scade mai mult (J. C. Bose, *Response in the Living and non-living*, publicată în 1902 şi reeditată în 1962 în Trans. of the Bose Institute, Calcutta, p. 18—19).

[57] Vom cita următoarele exemple din *Capacitatea de mişcare la plante* (capitolul al III-lea, *Quercus robur*, sensibilitatea vîrfului radicular). Darwin atrage atenţia că în cazul radiculei de stejar, ca şi al celei de bob, numai primul contact prelungit cu excitantul provoacă încurbarea radiculei. Al doilea contact rămîne ineficient. Atunci cînd radicula trebuie să înconjure un obstacol, excitaţiile durează pînă la depăşirea obstacolului. Apoi, deşi contactul cu obstacolul devine permanent, acesta din urmă nu mai provoacă încurbare. După părerea noastră, în primul exemplu a doua excitaţie găseşte radicula în faza negativă. Este natural ca ea să nu răspundă prin încurbare. În al doilea exemplu, după ce obstacolul a fost depăşit, vîrful sensibil al radiculei a depăşit obstacolul. Presiunea provocată de acesta asupra părţilor lipsite de sensibilitate ale radiculei nu se transmite vîrfului sensibil.

Un alt exemplu priveşte sensibilitatea vîrfului radiculei la acţiunea aerului umed (capitolul al III-lea, „Sensibilitatea vîrfului radicular la aerul umed..."). În acest caz, durata excitaţiei este mai prelungită decît în alte forme de tropisme. Un exemplu analog este dat în rezumatul capitolului al III-lea, unde Darwin afirmă privitor la tigmotactism: „Atingerea trebuie să fie totuşi prelungită, deoarece vîrfurile a 15 radicule frecate scurt timp nu s-au curbat".

La animale, s-a ajuns mai tîrziu să se demonstreze că excitaţii slabe, repetate la intervale adecvate, se *sumează*. Charles şi Francis Darwin au fost foarte aproape de definirea fenomenului de sumaţie, descoperit însă mai tîrziu de darwinistul Secenov.

f. Ch. şi Fr. Darwin au notat că uneori se poate observa o capacitate precisă de diferenţiere a vîrfului sensibil. În *Mişcările şi obiceiurile plantelor căţărătoare*, ca şi în *Capacitatea de mişcare la plante*, sînt date exemple care arată o „specializare" receptivă a vîrfului sensibil la un anumit fel de suport, şi nu la altele [58]. S-ar putea trage concluzia că porţiunea sensibilă a plantei s-a specializat în decursul timpului, reacţionînd numai la un suport de o anumită natură, şi că reacţiile de exploatare pe *Buxus* — prin conexiune inversă („feed-back") — nu au transmis excitaţii analoge cu cele primite de la suportul adecvat. În acest caz are loc redresarea cîrcelului pînă la găsirea suportului la care s-a adaptat această specie. Capacitatea de diferenţiere între suporturi de naturi chimice sau fizice diferite aminteşte inhibiţia de diferenţiere de la animale, inhibiţie care apare destul de timpuriu pe scara animală [59]. Inhibiţia de diferenţiere constituie una din caracteristicile animalelor. Ea poate fi obţinută experimental în cursul elaborării unui stereotip dinamic. Dar un astfel de stereotip — şi punerea în evidenţă a inhibiţiei de diferenţiere — nu creează, ci numai evidenţiază legi biologice existente, care integrează stereotipul în cadrul acţiunii lor. Desigur, păstrînd proporţiile, putem să ne gîndim că Darwin descrie şi în *Mişcările şi obiceiurile plantelor căţărătoare* un fenomen asemănător inhibiţiei de diferenţiere la părţile sensibile ale glandelor plantelor insectivore, care au fineţea reacţiilor cîrceilor de *Ampelopsis* [60].

Staminele sensibile ale orhideelor, în schimb, nu au nici o capacitate de diferenţiere. La contactul cu orice obiect care atinge partea lor sensibilă, ele reacţionează aruncînd poliniile [61]. Prin urmare, şi capacitatea de diferenţiere a sensibilităţii la plante poate prezenta cîteva grade de complexitate, ca şi la animale.

g. Acelaşi organ axial (de exemplu vîrful radiculei sau al coleoptilului) este capabil să *sesizeze în acelaşi timp mai multe feluri de excitaţii tropice*. Vîrful radiculei răspunde adecvat — cu mişcări tropice pozitive sau negative, după caz — la stimulul geotropic, la presiune, la duritatea solului atins de vîrful radiculei, la umiditate, la natura chimică a solului etc.[62]. Un vîrf de cotiledon reacţionează simultan la gravitaţie, lumină, temperatură. Uneori, doi sau trei stimuli se asociază în acelaşi timp, compensîndu-şi sau neutralizîndu-şi

[58] Următoarele exemple din *Mişcările şi obiceiurile*... ilustrează deosebirea dintre un suport de o anumită natură şi suportul la care s-au adaptat. În capitolul al IV-lea (*Cucurbitaceae, Echinocystis lobata*), Darwin expune comportarea particulară a cîrceilor care diferenţiază cîrceii propriilor lor specii. Atunci cînd cîrceii aceleiaşi plante s-au atins, ei nu s-au încolăcit unii de alţii, fapt care l-a surprins pe Darwin. La *Bryonica dioica* a văzut mulţi cîrcei proprii încolăciţi între ei, dar ulterior ei s-au eliberat reciproc. Cîrceii de *Echinocystis* nu reacţionează la picăturile unei ploi artificiale. În capitolul al IV-lea (*Ampelopsis hederacea*), Darwin expune un exemplu foarte interesant : cîrceii unei plante de *Ampelopsis hederacea* s-au urcat pe un *Buxus*, au cuprins mai multe ramuri, apoi s-au retras. Atunci însă cînd un prim cîrcel a întîlnit un suport de lemn sau un zid, el s-a fixat de acesta şi toate ramurile cu cîrcei se întorc spre suport, de care se fixează fără să se mai retragă. Planta este evident adaptată la asemenea situaţii. Numai cînd întîlnesc suportul la care s-a adaptat specia, cîrceii evoluează spre faza lor finală de dezvoltare ; altfel ei se ofilesc.

[59] S-au descris legături temporare atît la protiste, cît şi la celenterate şi la alte vertebrate. Demult, J. Loeb a descris inhibiţia de diferenţiere la hidre. El a dat hidrelor mici ghemotoace de hîrtie şi mici bucăţele de carne. După un număr de repetiţii, hidrele deschideau repede tentaculele lor şi aruncau ghemotoacele de hîrtie, dar rămîneau cu tentaculele închise pînă la sfîrşitul digestiei, cînd li se dădea carnea. Comportarea hidrei este asemănătoare întrutotul cu comportarea plantelor insectivore.

[60] Glandele de pe limbul plantelor insectivore, deşi sînt foarte sensibile la contact, nu reacţionează la picături de ploaie. Picături dintr-o soluţie de zahăr au fost lăsate să cadă peste aceste glande care nu s-au încovoiat de loc. Nici un curent puternic de aer, nici zgîrierea frunzei sau concentrarea cu lupa a razelor solare nu au produs nici un efect. Bucăţele de lemn, piatră şi chiar substanţe azotate, dar perfect uscate, lăsate pe frunze nu produc încurbare sau frunza care se închide se deschide din nou după cîtva timp, fără să fi umectat cu secreţiile sale aceste corpuri. Dar dacă o bucăţică de carne umedă sau o insectă strivită este pusă pe frunza de *Drosera*, aceste excitante provoacă încurbarea glandelor şi o secreţie abundentă (*Plantele insectivore*, Edit. Academiei, 1965, p. 398—400).

[61] Darwin citează multe exemple de mişcări bruşte ale poliniilor orhideelor, de pildă floarea de *Mormodes ignea* al cărei label este aşezat în vîrful coloanei (*Diferitele dispozitive cu ajutorul cărora orhideele sînt fecundate de către insecte*, Edit. Academiei, 1964, p. 472). Orice obiect care vine în contact cu partea sensibilă a labelului provoacă mişcarea de proiectare a maselor polinice. În mod obişnuit, această atingere o fac insectele.

[62] În *Capacitatea de mişcare*... (capitolul al III-lea, „Sensibilitatea vîrfurilor radicului la aerul umed...") se arată că sensibilitatea hidrotropică este localizată în vîrful radiculei. Mişcarea provocată de hidrotropism este complet inversă celei provocate de excitaţia de contact, care face ca partea în creştere a radiculei să se curbeze spre partea opusă celei de unde îi vine excitaţia. „Şi totuşi percepţia ambelor tropisme se face de aceeaşi parte a vîrfului".

acțiunile, cum sînt exemplele puse în evidență de Frank în cazul ramurilor orizontale [63]. Proprietatea perceperii sincrone a stimulilor diferiți o găsim des și la animale. Deci și din acest punct de vedere există unele analogii între plante și animale; bineînțeles, deosebirile mari dintre ele produc efecte calitativ deosebite.

h. În ambele lucrări se fac unele sugestii de sistematizare a grupelor de plante pe baza structurii și funcțiilor părților sensibile. Se emit de asemenea ipoteze asupra filiației din plantele volubile a plantelor cățărătoare — cu ajutorul cîrceilor ș. a. m. d.

Darwin lansează ipoteza că din punct de vedere filogenetic celelalte mișcări revolutive la plante reprezintă toate modificările adecvate ale circumnutației. Această ultimă ipoteză, în general neacceptată sub această formă de exprimare, constituie o problemă deschisă și noi ne vom mulțumi doar să o semnalăm.

i. O altă noțiune care are mare valoare în zilele noastre este aceea a *dezvoltării stadiale* a unui organ sau a unui grup de organe. Din datele acestor două lucrări se pot stabili fazele pe care le parcurge un cîrcel în ceea ce privește variația stadială a sensibilității și a unora din structurile sale. Așa, de exemplu, Darwin descrie o fază de dezvoltare inițială, cînd mugurele cîrcelului nu prezintă încă atributele structurilor viitoare și nici iritabilitate [64]. Urmează o a doua fază, cînd din celulele nediferențiate se diferențiază structuri și funcții noi. În această a doua fază a dezvoltării apare și sensibilitatea. Structurile și funcțiile se mențin la nivelul atins, pînă cînd are loc o încolăcire. Încolăcirea este stimulul care dezlănțuie o diferențiere rapidă a fenomenelor caracterizînd faza finală de dezvoltare. Atunci are loc contracția spiralată și diferențierea unor structuri adezive în unele cazuri, iar în alte cazuri transformarea cîrcelului într-un resort elastic. În ambele exemple, sensibilitatea dispare. Dacă încolăcirea nu are loc, în cele mai multe cazuri cîrcelul se ofilește și cade. Uneori, înainte de a se veșteji, cîrcelul trece printr-o fază de contracție spiralată.

Dezvoltarea stadială a cîrceilor este caracteristică numai lor. În cazul celorlalte organe axiale, dezvoltarea stadială are altă evoluție — avînd aspecte de care Ch. și Fr. Darwin nu s-au ocupat în mod special. Ei au semnalat totuși cazuri cînd sensibilitatea nu apare din prima fază de dezvoltare a organului axial.

Datele de mai sus pot fi coroborate cu unele aspecte ale dezvoltării animalelor. Așa, de exemplu, embriologia experimentală a animalelor superioare a scos în evidență în ultimele

În rezumatul capitolului al III-lea al aceleiași lucrări, Darwin atrage atenția că vîrful radiculei reacționează la contact, traumatisme, umezeală și într-o măsură mai mică la geotropism. Aceste proprietăți senzoriale ale vîrfului radiculei se întîlnesc la plante care ca poziție sistematică sînt foarte departe unele de altele în seria vegetală. Darwin trage concluzia că vîrfurile tuturor sau aproape ale tuturor plantelor sînt înzestrate cu aceleași feluri de sensibilitate și că aceste vîrfuri în toate cazurile transmit o influență care determină partea situată deasupra lor să se curbeze.

Darwin descrie mai departe forma particulară a sensibilității la presiune, pe care o numește „sensibilitate specializată", asemănătoare cu aceea a glandelor de la *Drosera*. Darwin nu se mulțumește numai să constate. Vîrful urmează de la început direcția cea mai avantajoasă și astfel înțelegem de ce sensibilitatea la geotropism, la contact și la umiditate rezidă toate în vîrf (capitolul al III-lea, „Acțiunea unui iritant asupra vîrfului radiculei de *Vicia faba*").

[63] Darwin obține acțiuni asemănătoare cu cele invocate de Frank prin combinarea trauma- și geotropismului radiculelor. Darwin invocă în acest caz „principiul efectelor tardive" ale unui excitant. El nu vorbește nicăieri în altă parte în cele două lucrări despre acest principiu și nu dezvoltă problema.

[64] În *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare* (capitolul al II-lea), Darwin relatează observațiile sale asupra apariției sensibilității la foliolele plantei *Clematis calycina*. La început, sensibilitatea este prezentă numai la nivelul pețiolului principal. La plantele mai vîrstnice, sensibilitatea se extinde și la pețiolurile secundare. La *Bignonia littoralis* (capitolul al III-lea, este relatat un proces analog. Atîta vreme cît cele trei degete ale cîrcelului nu s-au îndepărtat unul de altul, cîrcelul nu este pe deplin format — nici în ceea ce privește sensibilitatea sa. La *Tropaeolum peregrinum* (capitolul al II-lea), la plantele tinere pețiolul nu este sensibil. La plantele mai vîrstnice, atît pețiolurile frunzelor foarte tinere, cît și ale celor care ajung să aibă un diametru de 6,5 cm sînt sensibile și se curbează la 6—10 min după contact (v. și nota 32, p. X).

Pentru faza finală a dezvoltării cîrceilor, pe lîngă exemplele citate în notele anterioare, citățm cazul cîrceilor de *Bignonia capreolata*. Vîrful cîrcelului, cînd vine în contact cu fire de lînă sau bumbac le cuprinde și nu se mai retrage. În 2—3 zile, vîrfurile cîrceilor se umflau, transformîndu-se în bile albicioase, a căror suprafață secretă o rășină vîscoasă, aderentă. În faza finală, cîrceii nu mai au sensibilitate (capitolul al III-lea, *B. capreolata*) (v. și notele 33 și 34, p. X)

În capitolul al IV-lea („Rezumat asupra naturii și acțiunii cîrceilor"), Darwin, comentînd aspectul stadial al apariției și dispariției sensibilității, afirmă că mișcările cîrceilor reprezintă adaptări riguroase și economii de mijloace... Ei își dobîndesc iritabilitatea și capacitatea de a cuprinde un suport la o vîrstă potrivită și nu-și păstrează în mod inutil o asemenea capacitate dincolo de vîrsta propice.

În *Capacitatea de mișcare la plante* găsim, mai rar, date care permit să stabilim și în acest caz un proces de stadialitate. Așa, de exemplu, la leguminoasa *Cassia tora*, descriind mișcările unui hipocotil, se afirmă că el nu mai era heliotrop deoarece era relativ bătrîn. Ar exista deci o relație între sensibilitatea heliotropă și vîrsta organului sensibil. În cazul plantulei de *Ipomoea leptophilla*, sensibilitatea pețiolului hipocotilului la geotropism durează numai 2—3 zile.

patru decenii o noţiune interesantă, analogă cu apariţia stadială a sensibilităţii cîrceilor la plantele căţărătoare. Prima fază de diferenţiere a „mugurilor de organe" la animale este destul de analogă cu faza iniţială de dezvoltare a cîrceilor. În faza următoare apare şi se dezvoltă o proprietate nouă. Este „calificaţia" sau „competenţa" de a răspunde la stimulii inductori [65]. Calificaţia dispare după un timp, cînd organul respectiv, intrat într-o fază nouă de dezvoltare necesită alţi stimuli decît cel care a dezlănţuit diferenţierile fazei precedente. Însă în faza nouă procesul de diferenţiere continuă desăvîrşirea direcţiilor de dezvoltare imprimate de stimulii inductori din faza precedentă. Fără apariţia structurilor şi a funcţiilor celulare – pe care se bazează şi diferenţierea sensibilităţii – cîrceii nu ar putea răspunde prin încolăcire la stimulii externi. După ce încolăcirea a devenit un proces ireversibil, rolul sensibilităţii scade pînă la dispariţie. Dar, fără diferenţierile morfofuncţionale ale excitabilităţii din a doua fază, nu ar putea să aibă loc nici procesele din faza finală. Noţiunea de „competenţă" sau „calificaţie" funcţională s-ar putea deci extinde şi la excitabilitatea plantelor superioare, dacă fitofiziologii simt nevoia unei atare noţiuni.

j. În *Capacitatea de mişcare la plante* s-a pus în mod net o problemă – care ulterior a ridicat şi ridică încă mari discuţii contradictorii – pe care o putem formula astfel: cîte verigi are procesul de percepere şi de reacţie motorie în cazul organelor axiale ale plantelor superioare?

Sistematizînd datele din această lucrare, se poate afirma că Darwin, în concepţia sa, presupunea existenţa a trei verigi : prima senzorială (de percepţie) ; a doua de transmitere prin difuziune [66] a excitaţiei care a luat naştere în regiunea sensibilă ; a treia verigă este cea de încurbare (reacţie motorie). De cele mai multe ori, prima şi a treia verigă sînt separate în spaţiu una de alta. Transmiterea influxului efector se face bazipetal. Prima verigă este la vîrf atît în cazul radiculei, cît şi al cotiledoanelor, adică în imediata vecinătate a locului de prim contact cu factorii din mediu, de exemplu cu factorii tropici.

În aceste zone se face analiza şi sinteza lor şi de acolo pleacă impulsuri motorii. Apropierea de vîrf sau de suprafaţa părţii sensibile a structurilor capabile să recepţioneze excitanţii externi scurtează distanţa dintre stimul şi zona de percepere. Din analizele lui Ch. şi Fr. Darwin făcute în *Capacitatea de mişcare la plante* rezultă că zona motorie nu se găseşte la distanţă mare de zona de percepţie.

În organele mature ale plantei (în peţiolurile frunzelor sau ale foliolelor), funcţionarea zonei senzitive nu mai este subordonată fenomenelor de creştere. Dar şi în acest caz zonele senzitivo-motorii par constituite tot din cele trei verigi descrise mai sus.

Schema reacţiilor senzitivo-motorii dedusă de noi din opera lui Darwin este, într-o oarecare măsură, analogă cu schema arcului reflex de la animale. Şi în acest caz arcul este format din trei verigi. Pînă şi succesiunea funcţională a verigilor este aceeaşi, adică prima

[65] Noţiunea pusă în evidenţă de Waddington (Journ. exp. Biol., 1936, vol. 13, p. 86) şi de Waddington şi Needham (Proc. roy. Soc. Lond., 1935, vol. 117, p. 319), s-a dovedit a fi deosebit de importantă în embriologia animală din două puncte de vedere : mai întîi, ea demonstrează că facultatea de a răspunde la un inductor din afară este rezultatul unei evoluţii biologice, recapitulative a fiecărui organ sau grup de organe în parte, iar în acelaşi organ a principalelor sale faze de dezvoltare ; în al doilea rînd, orice excitant sau inductor extern, pentru a-şi manifesta prezenţa sa, are nevoie de un substrat care să posede competenţa reacţională. Altfel, ţesutul respectiv nu percepe stimulul extern. Cum au arătat Waddington şi Needham (şi mai ales primul), competenţa reacţională lipseşte într-o primă fază, atinge un maxim în următoarea fază şi cade apoi la 0, descriind o curbă în clopot. Ea ar corespunde unei evoluţii metabolice, neprecizată încă. Cele descrise mai sus privitor la apariţia, dezvoltarea la maximum pentru organul dat şi dispariţia sensibilităţii cîrceilor corespund definiţiei calificaţiei. Datele mai noi privitoare la formarea şi difuzarea hormonilor de creştere se încadrează şi ele, cele mai multe, în explicarea apariţiei, creşterii pînă la maximum şi scăderii competenţei reacţionale.

[66] Ipoteza de lucru a lui Ch. şi Fr. Darwin după care legătura dintre vîrful sensibil şi zona de încurbare se face printr-o substanţă difuzibilă a fost exprimată printr-o fază în *Capacitatea de mişcare la plante*, capitolele al III-lea şi al XI-lea, unde se afirmă că celulele vîrfului ar putea secreta o substanţă aparte. Această substanţă ar transmite – din celulă în celulă – acţiunea factorilor externi fototropici asupra vîrfului, spre zona de încurbare (zona motorie). Propagarea acestei substanţe hormonale ar declanşa reacţia fototropă. Holodnîi considera ca genială intuiţia lui Darwin asupra hormonilor la plante (*op. cit.*, 1941, p. 27).

Ideea transmiterii stimulului o regăsim tot aşa de net exprimată în scrisoarea către J. Wiesner din 25 octombrie 1881, cînd Darwin îi scrie textual : „Nici atunci cînd mă gîndesc la experienţele mele asupra cotiledoanelor de *Phalaris* [nu] aş putea renunţa la convingerea mea asupra transmiterii unor stimuli luminoşi de la partea superioară la partea inferioară [a cotiledonului]" (Fr. Darwin, *Life and Letters...*, vol. III, p. 336). Şi, mai departe : „Independent de problema transmiterii [stimulului], mintea mea este plină de fapte care mă fac să cred că lumina, gravitaţia etc. nu acţionează direct asupra creşterii, ci ca stimuli, încît eu nu sînt în stare să-mi modific felul meu de a judeca" (*ibidem*, p. 337). Acesta este răspunsul calm, hotărît şi la obiect al lui Darwin faţă de ploaia de critici pe care o reprezintă întreaga carte a lui Wiesner la adresa datelor, tehnicilor şi teoriilor din *Capacitatea de mişcare la plante*.

verigă, cea periferică, este în contact cu mediul extern (sau cît mai apropiată de suprafaţa externă a corpului), a doua verigă este cea de transmisie, iar a treia este cea efectoare. Desigur, natura lor este fundamental deosebită în fiecare din cele două regnuri. De aceea subliniem numai analogia mecanismelor, fără a le identifica. Dar un fapt deosebit de interesant este acela că legătura dintre veriga senzitivă şi cea efectoare la animale se face tot printr-un hormon local, care difuzează de la o membrană sinaptică la cealaltă. Hormonul local este din grupa colinergică sau adrenergică, dar el nu lipseşte niciodată. [67].

k. În ambele lucrări găsim elemente de bază asupra existenţei unor cicluri (în cazul mişcărilor de circumnutaţie, al mişcărilor de încolăcire al mişcărilor nictitrope etc.). O dată cu noţiunea de cicluri, găsim în aceste opere o afirmaţie căreia Darwin i-a dat o importanţă deosebită, şi anume că durata unui ciclu are importanţa ei, putînd fi influenţată de factori modulatori (de cele mai multe ori, aceştia din urmă sînt factori tropici).

În aceste opere găsim deci cele trei elemente care fac obiectul biologiei ciclurilor din zilele noastre. Aceste elemente privesc existenţa şi caracterele morfologice ale ciclului, durata sa [68] şi factorii care îl pot modifica. Şi din acest punct de vedere Darwin deschide un drum nou în biologie, drum care a fost enorm lărgit în zilele noastre, cînd bioritmica este socotită ca o nouă şi importantă ramură a biologiei [69].

b. O ultimă problemă pe care am dori s-o discutăm este aceea a mişcărilor spontane şi caracterul lor de mişcări înnăscute, transmise ereditar. Ultimul aspect este numai fugar semnalat de Darwin [70], socotindu-l poate ca fiind de la sine înţeles.

Formele de mişcare la plante au fost studiate de către Darwin şi în alte opere consacrate fiziologiei şi morfologiei plantelor.

[67] Analogia dintre sensibilitatea şi formele ei de manifestare la plante şi la animale este o teorie destul de răspîndită (şi acceptată) printre biologi. Această analogie a fost reluată în secolul nostru de cercetători de talia lui Jacques Loeb. El aduce ca argument părerile multor fiziologi care au lucrat pe animale, ca şi părerile sale proprii. În cartea lui J. Loeb *La conception mécanique de la vie* (Edit. F. Alcan, 1914), care a influenţat o generaţie întreagă de cercetători, problema acestei analogii este foarte des şi radical afirmată. El arată că în lucrările sale face efortul „de a încadra reacţiile complexe ale animalelor cu reacţiile mai simple ale plantelor şi, în final, în legile fizico-chimice...'' (p. 77). Loeb demonstrează că multe animale prezintă reacţii fototrope, că alte animale (în special nevertebratele) sînt influenţate de geotropism etc. Părerea noastră este că analogia nu înseamnă identitate, ci doar legi comune. Acest fapt rezultă şi din studiul biocurenţilor.

J.C. Bose, pe care l-am mai citat, a consacrat întreaga sa viaţă ştiinţifică demonstrării analogiei dintre reacţiile bioelectrice la plante şi animale, scriind următoarele lucrări mari: *Plant response as a means of physiological investigation* (1906); *Comparative electrophysiology* (1907); *Research on the irratibility of plants* (1913); *Life movements in plants* (5 vol. scrise din 1918 pînă în 1931); *Physiology of the ascent of sap* (1922); *Physiology of photosynthesis* (1924); *Nervous mechanism of plants* (1926); *Motor mechanism of plants* (1928); *Growth and tropic movements of plants* (1929), precum şi numeroase comunicări. Bose Institute din Calcutta, care-i poartă numele, continuă seria lucrărilor acestui mare şi original savant indian. După cum am aflat mai tîrziu, J. C. Bose a fost inspirat în lucrările sale de Pfeffer. Aceste date ne-au fost comunicate într-o scrisoare de către D. M. Bose, continuatorul operei unchiului său. Am mai putea cita şi mulţi alţi cercetători mai vechi şi mai noi care sînt partizanii teoriei analogiei reacţionale dintre plante şi animale. Problema legilor şi a comportamentului, comune la plante şi animale în privinţa reactivităţii, este din nou în atenţia cercetătorilor de cînd cibernetica animalelor şi a omului a cuprins şi lumea vegetală, cum am arătat mai înainte.

[68] Astăzi noi deosebim ciclurile după durata revoluţiei lor. Darwin n-a făcut acest lucru. El descrie cicluri numite azi de noi cicluri circadiene (mai rar) şi necircadiene (mai des). Redăm pentru exemplificare — din enormul număr de exemple — cazul circumnutaţiei cotiledoanelor de *Ipomoea coerulea*, care prezintă cicluri cu durată foarte scurtă: ele au circumnutat de 13 ori în decurs de 16 ore şi 18 min, pe cînd cotiledoanele de *Lotus jacobaeus* nu s-au mişcat decît în sus şi în jos o singură dată în 24 de ore (*Capacitatea de mişcare la plante*, capitolul al II-lea, „Circumnutaţia cotiledoanelor''). Ch. şi Fr. Darwin arată că lumina poate perturba durata ciclurilor în unele cazuri (prezenţa sau absenţa ei): „Nu se pune problema că hipocotilul sau cotiledoanele ar înceta să circumnuteze în întuneric, deoarece în multe cazuri observate de noi ele au continuat să efectueze această mişcare, însă ordinea normală a mişcărilor lor în legătură cu alternanţa zilei şi a nopţii e mult tulburată sau complet anihilată...'' (capitolul al II-lea, „Perturbarea de către lumină...'').

[69] Ritmicitatea sub diferitele ei aspecte este una din însuşirile biologice cele mai generale ale organismelor şi componentelor lor'' (C. Barbărasă, *Contribuţii la studiul ritmului circadian celular în activitatea ficatului*, St. şi cerc. embriol. citol., seria Citologie, 1969, nr. 1, p. 63). Fraza citată redă părerea generală în problema ritmurilor biologice.

[70] În capitolul al VII-lea („Rezumat şi observaţii finale...'') se discută părerea lui Pfeffer (1875) după care mişcările nictitrope nu ar reprezenta un caracter moştenit. Darwin combate această părere, susţinînd că aceste mişcări „sînt înnăscute''; ele au „un caracter adaptativ'', deoarece variaţiile intensităţii luminoase şi o modificare artificială a perioadei de lumină şi de întuneric le influenţează. El atrage de asemenea atenţia asupra faptului că prin experienţele de mai sus se poate provoca o disociere între mişcările de circumnutaţie şi cele nictitrope, care în mod natural sînt strîns corelate. Analiza pe care o face Darwin este semnificativă, deoarece el arată fondul ereditar — mişcarea revolutivă — pe care se grefează elementele adaptative, care au dus la apariţia unor forme noi de mişcare. Darwin demonstrează că şi instinctele pot fi modificate (*Originea speciilor* şi *Despre instinct*).

Astfel, în *Diferitele dispozitive...* se ocupă de mișcările complexe executate de poliniile care s-au prins pe trompa sau spatele insectei (*op. cit.*, p. 328). S-a ocupat de altă formă de mișcare, și anume de mișcările bruște ale altor polinii ale orhideelor (*op. cit.*, p. 469). A stabilit că aceste mișcări se încadrează în mecanismele fecundației încrucișate. A studiat mișcările efectuate și pedunculii glandelor și de limburile frunzelor plantelor insectivore. A stabilit și în acest caz mecanismele, modalitățile de digestie și factorii determinanți ai acestor mișcări.

În *Mișcările și obiceiurile plantelor cățărătoare* cercetează mișcările cîrceilr, peţiolurilor, tulpinilor plantelor volubile ș. a. m. d., stabilind multe date interesante, și încearcă să lămurească determinismul evoluției lor biologice în rezumatul ultimului capitol.

În *Capacitatea de mișcare la plante* a studiat alte mișcări spontane înnăscute, cum sînt mișcările tropice și cele nictitrope. Cu această lucrare, Darwin și-a încheiat seria bogată a studiilor sale asupra mișcărilor spontane la plante [71], serie în care a studiat multilateral fiecare formă de mișcare în parte, aducînd multe date originale și elaborînd un mare număr de ipoteze de lucru deosebit de valoroase.

Prin studiile sale, Darwin a deschis multe drumuri noi fiziologiei plantelor, a deschis orizonturi largi și a ridicat această ramură a biologiei la o înălțime la care n-o ridicase nici unul din contemporanii săi.

Capacitatea de mișcare la plante, prin concepția elaborată, a depășit, se pare, vremea sa. Abia în zilele noastre această concepție, în parte, intră în circuitul atenției cercetătorilor. Slaba dezvoltare a cercetărilor arătate în paragraful consacrat istoriografiei în domeniul fiziologiei plantelor ne dă posibilitatea de a vedea această disciplină în întreaga ei perspectivă istorică și de a scoate în evidență enorma contribuție a lui Darwin la dezvoltarea ei. De la Darwin pe lîngă părțile teoretice luate în considerație și dezvoltate ulterior, ne rămîne încă o comoară de idei și de ipoteze, un adevărat tezaur care așteaptă să fie încă dezvoltat de generațiile actuale de cercetători. Aceasta este și una din rațiunile pentru care colectivul nostru s-a străduit să traducă operele clasice ale acestui titan al gîndirii biologice.

Acad. VASILE D. MÂRZA și prof. ION T. TARNAVSCHI

[71] În ambele lucrări, dar și mai bine într-una din scrisorile lui Darwin din 4 august 1863 către Asa Gray, sînt exprimate părerile sale asupra mișcărilor *spontane*, neprovocate, independente de atingere. Darwin conchide: „...așa încît cățărarea tuturor plantelor examinate este un simplu rezultat al mișcărilor *spontane* circulare ale internodiilor superioare" (Fr. Darwin, *Life and Letters...*, vol. III, p. 313). În *Capacitatea de mișcare la plante*, formele de mișcare sînt considerate mișcări spontane, înnăscute, care cer să fie declanșate de un stimul tropic (în cazul tropismelor), sau iau aspectul de mișcări înnăscute, neprovocate, cum sînt cele de circumnutație a radiculei și cotiledoanelor îndată după germinare. Astăzi se știe că și acestea din urmă sînt declanșate de condițiile metabolice ale germinației, creșterii și dezvoltării.

Darwin a studiat și mișcările la plantele senzitive, de tipul *Mimosa*. Mișcările la aceste plante sînt tot înnăscute (ca fond). Ele pot fi și spontane, ca mișcările lor nictitrope (descrise în *Capacitatea de mișcare...*), sau provocate de un factor de contact. Și acestea sînt descrise, de exemplu deosebirea dintre efectele ploii artificiale și acțiunea anesteticelor, la care răspund Senzitivele și nu reacționează celelalte plante din afara grupului; ca și în cazul reflexelor necondiționate, cu tot caracterul lor înnăscut, declanșarea lor necesită un excitant necondiționat (de exemplu atingerea buzelor puiului de mamifere cu mamelonul pentru declanșarea reflexului suptului). Noi credem că și în cazul plantelor factorul intern (capacitatea reacțională) se diferențiază în cursul dezvoltării sau că, odată apărut, este modulat (sînt modificate direcția, intensitatea, viteza mișcării tropice) de factorul extern tropic, de variațiile temperaturii, radiațiilor calorice în cazul mișcărilor nictitante etc.

MIȘCĂRILE ȘI OBICEIURILE PLANTELOR CĂȚĂRĂTOARE

DE

Charles Darwin

PREFAȚĂ

Această lucrare a apărut pentru prima dată în volumul nr. 9 din "Journal of the Linnean Society", publicat în 1865. Aici ea a fost reprodusă, corectată și într-o formă, sper, mai clară, fiind completată cu unele date suplimentare. Desenele au fost executate de fiul meu, George Darwin. După publicarea lucrării mele, Fritz Müller a trimis la Linnean Society (Journal, vol. IX, p. 344) cîteva observații interesante asupra plantelor cățărătoare din sudul Braziliei, la care mă voi referi adesea. Recent au apărut două memorii interesante ale d-lui Hugo de Vries, în „Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg", caietul III, 1873, tratînd în special despre deosebirea în creștere dintre părțile superioare și inferioare ale cîrceilor și despre mecanismul mișcărilor plantelor volubile. Aceste memorii ar trebui studiate cu grijă de toți cei interesați în acest subiect, deoarece aici nu pot da decît indicații asupra punctelor mai interesante. Atît acest excelent observator, cît și profesorul Sachs [1]*, atribuie toate mișcările cîrceilor creșterii rapide a uneia din părți: însă din motivele arătate către sfîrșitul capitolului al IV-lea, nu mă pot convinge că această ipoteză este valabilă în cazul mișcărilor datorate atingerii. Pentru ca cititorul să-și dea seama care anume puncte ne-au interesat cel mai mult, îi pot atrage atenția asupra anumitor plante cu cîrcei; de exemplu* Bignonia capreolata, Cobaea, Echinocystis și Hanburya, *care prezintă adaptări tot atît de admirabile ca oriunde în natură. Este, de asemenea, un fapt interesant că anumite stări intermediare între organe adaptate unor funcțiuni cu totul diferite pot fi observate pe aceeași plantă individuală de* Corydalis claviculata *și pe vița de vie comună; și aceste cazuri ilustrează în mod izbitor teoria evoluției treptate a speciilor.*

SUPLIMENT LA PREFAȚĂ (1882)

După publicarea acestei ediții au apărut două lucrări ale unor botaniști distinși: Schwendener, Das Winden der Pflanzen * (*Monatsberichte der Berliner Akademie, decembrie 1881*) *și J. Sachs,* Notiz über Schlingpflanzen ** (*Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg, vol. II, 1882, p. 719*). *Ipoteza capacității de a se roti, de care depinde majoritatea cățărătoarelor, inerentă, cu toate că nedezvoltată, la aproape fiecare plantă din regnul vegetal* (Climbing Plants, p. 205), *a fost confirmată prin observațiile asupra circumnutației prezentate de atunci în* The Power of Movement in Plants.

[1] *Lehrbuch der Botanik* de prof. Sachs a fost tradusă recent în engleză (1875) sub titlul *Text-Book of Botany*, ceea ce constituie o mare binefacere pentru toți iubitorii de științe naturale din Anglia.

* *Capacitatea de rotire a plantelor (N. trad.).*

** *Notă asupra plantelor cățărătoare (N. trad.).*

SUMAR

Capitolul I

PLANTELE VOLUBILE

Pag.

Observaţii introductive — Descrierea înfăşurării hameiului — Torsiunea tulpinilor — Natura mişcării de rotaţie şi modul de ascensiune — Tulpinile nu sînt sensibile — Viteza de rotaţie la diferite plante — Grosimea suportului în jurul căruia plantele se pot înfăşura — Speciile care se rotesc în mod anormal 9

Capitolul al II-lea

PLANTE CARE SE CAŢĂRĂ CU AJUTORUL FRUNZELOR

Plante care se caţără cu ajutorul peţiolurilor sensibile, care se rotesc spontan — *Clematis* — *Tropaeolum* — *Maurandia*, pedunculi florali care se mişcă spontan şi sînt sensibili la atingere — *Rhodochiton* — *Lophospermum* — internodii sensibili — *Solanum*, îngroşarea peţiolurilor căţărătoare — *Fumaria* — *Adlumia* — Plante care se caţără cu ajutorul nervurilor lor mediane prelungite — *Gloriosa* — *Flagellaria* — *Nepenthes* — Rezumat asupra plantelor care se caţără cu ajutorul frunzelor 31

Capitolul al III-lea

PLANTE CU CÎRCEI

Natura cîrceilor — Diferite specii de *Bignoniaceae* şi diferitele lor moduri de a se căţăra — Cîrcei care evită lumina şi se strecoară în crăpături — Dezvoltarea discurilor adezive — Adaptări excelente pentru a se prinde de diferite feluri de suporturi — *Polemoniaceae* — *Cobaea scandens*, cîrcei cu multe ramuri încovoiate în cîrlig, modul lor de acţiune — *Leguminosae* — *Compositae* — *Smilaceae* — *Smilax aspera*, cîrceii sînt nefolositori — *Fumariaceae* — *Corydalis claviculata*, starea lor intermediară între o plantă căţărătoare cu ajutorul frunzelor şi una cu ajutorul cîrceilor 49

Capitolul al IV-lea

PLANTE CU CÎRCEI (continuare)

Cucurbitaceae — Natura omologă a cîrceilor — *Echinocystis lobata*, mişcările interesante ale cîrceilor pentru a evita de a se prinde de lăstarul terminal — Cîrceii nu sînt sensibili la contactul cu alţi cîrcei sau la picături de apă — Mişcarea ondulatorie a extremităţii cîrcelului — *Hanburya*, discuri aderente — *Vitaceae* — Gra-

Pag.

dația dintre pedunculii florali și circeii viței de vie — Circeii viței sălbatice se întorc contra luminii și după atingere formează discuri adezive — *Sapindaceae* — *Passifloraceae* — *Passiflora gracilis* — Mișcarea rapidă de rotație și sensibilitatea circeilor — Nu sînt sensibili la contactul cu alți circei sau la picături de apă — Contracția spiralată a circeilor — Rezumat asupra naturii și acțiunii circeilor 67

Capitolul al V-lea

PLANTE CARE SE CAȚĂRĂ CU AJUTORUL CÎRLIGELOR ȘI RĂDĂCINILOR — OBSERVAȚII FINALE

Plante care se cațără cu ajutorul cirligelor sau numai se tîrăsc peste alte plante — Plante cățărătoare cu ajutorul rădăcinii, substanța adezivă secretată de radicule — Concluzii generale în legătură cu plantele cățărătoare și stadiile lor de dezvoltare 91

INDEX 103

ERATĂ

La p. 22, 25, 28, 34 sînt făcute afirmații în legătură cu presupusa accelerație a mișcării de rotație înspre lumină. Din observațiile prezentate în *The Power of Movement în Plants*, p. 451, reiese că aceste concluzii au fost deduse din observații insuficiente, și că ele sînt eronate.

CAPITOLUL I

PLANTELE VOLUBILE

Observații introductive — Descrierea înfășurării hameiului — Torsiunea tulpinilor — Natura mișcării de rotație și modul de ascensiune — Tulpinile nu sînt sensibile — Viteza de rotație la diferite plante — Grosimea suportului în jurul căruia plantele se pot înfășura — Specii care se rotesc în mod anormal.

Am ajuns la acest subiect datorită unei lucrări interesante, însă scurte, a profesorului Asa Gray asupra mișcărilor cîrceilor unor *Cucurbitaceae* [1]. Observațiile mele erau completate mai mult de jumătate înainte de a afla că surprinzătorul fenomen al rotațiilor spontane ale tulpinilor și cîrceilor plantelor cățărătoare a fost observat cu mult timp înainte de către Palm și de către Hugo von Mohl [2] și că formaseră ulterior obiectul a două memorii ale lui Dutrochet [3]. Totuși, sînt de părere că observațiile mele, bazate pe examinarea de material viu din peste o sută de specii, foarte diferite, conțin suficiente noutăți pentru a justifica publicarea lor.

Plantele cățărătoare pot fi împărțite în patru clase. În primul rînd sînt cele care se înfășoară [volubile] spiralat în jurul unui suport și nu sînt ajutate de nici o altă mișcare. Într-al doilea rînd sînt cele înzestrate cu organe iritabile, care cuprind un obiect; asemenea organe constau din frunze modificate, ramuri sau pedunculi florali. Aceste două clase se transformă însă uneori treptat, într-o măsură oarecare, una într-alta. Plantele dintr-a treia clasă se urcă numai cu ajutorul cîrligelor, iar cele dintr-a patra prin radicule; deoarece însă la nici una din aceste clase plantele nu prezintă vreo mișcare specială, ele sînt puțin interesante, și atunci cînd vorbesc de plante cățărătoare mă refer în general la primele două clase mari.

[1] „Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences", vol. IV, 12 august 1858, p. 98.

[2] Ludwig H. Palm, *Über das Winden der Pflanzen*; Hugo von Mohl, *Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen*, 1827. Tratatul lui Palm a fost publicat numai cu cîteva săptămîni înaintea celui al lui Mohl. Vezi, de asemenea, *The Vegetable Cell* (tradus de Henfrey) de H. von Mohl, de la pagina 147 și pînă la sfîrșit.

[3] *Des Mouvements révolutifs spontanés...*, „Comptes Rendus", 1843, vol. XVII, p. 989; *Recherches sur la Volubilité des Tiges...*, 1844, vol. XIX, p. 295.

PLANTE VOLUBILE

Aceasta este cea mai mare subdiviziune şi este, după cît se pare, starea iniţială şi cea mai simplă a clasei. Observaţiile mele pot fi cel mai bine exemplificate luînd cîteva cazuri speciale. Atunci cînd lăstarul unui hamei (*Humulus lupulus*) iese din pămînt, cele două sau trei noduri, sau internodii, primele formate, sînt drepte şi rămîn staţionare; se poate însă observa că, atunci cînd sînt foarte tinere, cele formate după ele se apleacă într-o parte şi se deplasează încet spre toate punctele cardinale, mişcîndu-se ca acele unui ceas, după soare. Foarte curînd, mişcarea îşi dobîndeşte complet viteza ei obişnuită. Din şapte observaţii făcute în luna august pe lăstari provenind de la o plantă care fusese tăiată şi pe o altă plantă în aprilie [rezultă] că viteza medie pe vreme călduroasă şi în timpul zilei este de 2 ore şi 8 min de fiecare rotaţie, şi nici una din rotaţii nu s-a îndepărtat mult de această viteză. Mişcarea de rotaţie continuă atîta timp cît planta continuă să crească; însă fiecare internod separat încetează de a se mişca, pe măsură ce îmbătrîneşte.

Pentru a stabili mai precis cîtă mişcare a executat fiecare internod, am ţinut o plantă în ghiveci o noapte şi o zi într-o cameră bine încălzită, în care stăteam fiind bolnav. Un lăstar lung s-a prelungit dincolo de capătul suportului şi s-a rotit în mod constant. Am luat apoi un suport mai lung şi am legat lăstarul astfel încît numai un internod foarte tînăr, lung de 4,4 cm, a rămas liber. Acesta era aproape atît de vertical, încît rotaţia sa putea cu greu fi observată; el se mişca însă fără îndoială şi latura internodului care într-un timp era convexă deveni concavă, ceea ce, după cum vom vedea ulterior, constituie un semn neîndoielnic al mişcării de rotaţie. Presupun că [acest internod] a executat cel puţin o rotaţie în cursul primelor douăzeci şi patru de ore. Poziţia sa a fost însemnată devreme în dimineaţa următoare, şi [s-a constatat] că a executat o a doua rotaţie în decurs de 9 ore; în ultima parte a acestei rotaţii el s-a mişcat mult mai rapid, iar cel de-al treilea, care a fost executat în cursul serii, în ceva mai mult de trei ore. Avînd în vedere că în dimineaţa următoare am constatat că lăstarul se rotise în 2 ore şi 45 min, el trebuie să fi executat în decursul nopţii patru rotaţii, fiecare cu viteza medie ceva mai mare de 3 ore. Trebuie să adaug că temperatura camerei a variat numai puţin. Lăstarul crescuse acum în lungime cu 8,75 cm şi la extremitatea sa avea un internod tînăr, lung de 8,5 cm, care prezenta uşoare modificări în curbură. Rotaţia următoare, adică a noua, a fost efectuată în 2 ore şi 30 min. De acum înainte rotaţiile au fost observate cu uşurinţă. A treizeci şi şasea rotaţie a fost executată cu viteza obişnuită, la fel ca şi ultima, adică a treizeci şi şaptea; însă ea nu a fost completată, deoarece internodul a devenit brusc vertical şi, după ce s-a deplasat la centru, a rămas nemişcat. I-am legat o greutate de capătul superior pentru a-l apleca puţin şi astfel să descopăr orice mişcare; nu s-a obsevat însă nici una. Cîtva timp înainte ca ultima rotaţie să fi fost efectuată pe jumătate, partea inferioară a internodului a încetat să se miște.

Încă cîteva observaţii vor completa tot ce se poate spune despre acest internod. El s-a mişcat timp de cinci zile; însă, după executarea celei de-a treia rotaţii, mişcările mai rapide au durat trei zile şi douăzeci de ore. Rotaţiile normale, de la a noua la a treizeci şi şasea inclusiv, au fost efectuate în decurs de 2 ore şi 31 min; timpul era însă rece, ceea ce a influenţat temperatura camerei, mai ales noaptea, şi în consecinţă a întîrziat puţin ritmul mişcării. Nu a existat decît o singură mişcare neregulată, care consta din faptul că după o rotaţie neobiş-

nuit de lentă tulpina a parcurs rapid numai un segment dintr-un cerc. După a șaptesprezecea rotație lungimea internodului crescuse de la 4,4 la 15 cm și avea un internod lung de 4,6 cm, a cărui mișcare era abia perceptibilă; iar acesta avea [la rîndul său] un minuscul internod ultim. După a douăzeci și una rotație penultimul internod era lung de 6,25 cm și se rotea probabil în aproximativ trei ore. La a douăzeci și șaptea rotație internodul inferior, care încă se mișca, avea lungimea de 20,9 cm, penultimul de 8,75, iar ultimul de 6,25 cm, și înclinația întregului lăstar era așa încît parcurgea un cerc cu diametrul de 47,5 cm. Atunci cînd mișcarea a încetat, internodul inferior avea lungimea de 22,5 cm, iar penultimul de 15 cm, așa încît de la a douăzeci și șaptea pînă la a treizeci și șaptea rotație inclusiv trei internodii se roteau în același timp.

Atunci cînd internodul inferior a încetat de a se roti, el a devenit vertical și rigid; deoarece însă întregul lăstar a fost lăsat să crească nesprijinit, el s-a aplecat după un timp pînă într-o poziție aproape orizontală; internodiile cele mai de sus, în curs de creștere, încă mai roteau la capăt, însă, natural, nu tot în jurul vechiului punct central al suportului. Din cauza poziției modificate a centrului de greutate al extremității, după cum acesta se rotea, lăstarul cel lung, care se prelungea orizontal, a căpătat o ușoară și lentă mișcare de legănare; la început am fost de părere că această mișcare era spontană. Pe măsură ce lăstarul creștea, el se apleca din ce în ce mai mult, în vreme ce extremitatea care creștea și se rotea se întorcea tot mai mult în sus.

Am văzut la hamei că trei internodii se roteau simultan; și tot așa era și la majoritatea plantelor pe care le-am observat. La toate se roteau două internodii dacă erau pe deplin sănătoase, așa încît, atunci cînd cel inferior a încetat să se rotească, cel superior era în plină acțiune, avînd un internod terminal, care de-abia începea să se miște. La *Hoya carnosa*, pe de altă parte, un lăstar aplecat, fără nici o frunză dezvoltată, lung de 80 cm, constînd din șapte internodii (socotind și unul terminal foarte scurt, lung de 2,5 cm), oscila încontinuu, însă lent, dintr-o parte într-alta pe un parcurs semicircular, internodiile finale executînd rotații complete. Această mișcare oscilantă se datora, fără îndoială, mișcării internodiilor inferioare, care totuși nu aveau suficientă forță de a roti întregul lăstar în jurul suportului central. Cazul unei alte plante, tot dintre asclepiadacee, anume *Ceropegia gardnerii*, merită prezentat pe scurt. Am lăsat vîrful să crească aproape orizontal pînă la lungimea de 77,5 cm; aceasta consta acum din trei internodii lungi, terminate prin două scurte. Totul se rotea într-o direcție opusă soarelui (contrar aceleia a hameiului), cu o viteză între 5,15 și 6,45 cm de fiecare rotație. În acest fel, vîrful extrem a descris un cerc cu un diametru de peste 155 cm și o circumferință de 488 cm, cu o viteză de 80 sau 82,5 cm pe oră. Vremea fiind caldă, planta a fost lăsată să stea pe masa mea de lucru; și era interesant de a observa lăstarul lung descriind acest cerc mare zi și noapte, în căutarea unui obiect pe care să se încolăcească.

Dacă luăm un arbust în creștere, îl putem îndoi succesiv în toate direcțiile pentru a face ca vîrful să descrie un cerc ca cel executat de vîrful unei plante care se rotește de la sine. Prin această mișcare arbustul nu este cîtuși de puțin răsucit în jurul propriei lui axe. Menționez aceasta pentru că, dacă se înseamnă un punct negru pe scoarță, în partea cea mai de sus, atunci cînd arbustul este îndoit spre corpul aceluia care îl ține, pe măsură ce cercul este descris, punctul negru se întoarce treptat și se lasă de partea inferioară, pentru a reveni apoi din nou sus atunci cînd cercul este completat, ceea ce dă falsa impresie de ră-

sucire, care m-a înșelat cîtva timp în cazul plantelor ce se rotesc spontan. Aspectul este cu atît mai înșelător cu cît axele aproape ale tuturor plantelor volubile sînt într-adevăr răsucite; și ele sînt răsucite în aceeași direcție cu mișcarea spontană de rotație. Iată un exemplu: internodul hameiului a cărui comportare a fost descrisă nu era la început, după cum se putea vedea după muchiile de la suprafața sa, cîtuși de puțin răsucit; însă atunci cînd, după a 37-a rotație, ea crescuse pînă la lungimea de 22,5 cm, iar mișcarea sa de rotație încetase, ea se răsucise de trei ori în jurul propriei sale axe, în sensul mersului soarelui; pe de altă parte, *Convolvulus* comun, care se rotește în direcție opusă hameiului, se răsucește în direcție contrară.

Nu este deci surprinzător ca Hugo von Mohl (p. 105, 108 etc.) să fi considerat că mișcarea de răsucire este pricinuită de rotația axei; însă nu este posibil ca răsucirea de trei ori a axei hameiului să fi pricinuit treizeci și șapte de rotații. De altfel, mișcarea de rotație la internodul tînăr a început înainte ca vreo răsucire a axei sale să fi putut fi descoperită. Internodiile la *Siphomeris* și *Lecontea* tinere s-au rotit cîteva zile, însă nu s-au răsucit decît o singură dată în jurul propriei lor axe. Cea mai bună dovadă că răsucirea nu pricinuiește mișcarea de rotație este totuși oferită de numeroase plante care se cațără cu ajutorul frunzelor și de plante cu cîrcei (cum sînt *Pisum sativum*, *Echinocystis lobata Bignonia capreolata*, *Eccremocarpus scaber*, și cățărătoare cu ajutorul frunzelor *Solanum jasminoides* și diferite specii de *Clematis*), ale căror internodii nu sînt răsucite, care însă, după cum vom vedea ulterior, execută în mod regulat mișcări de rotație ca acelea ale plantelor volubile adevărate. De altfel, după Palm (p. 30 și 95), Mohl (p. 149) și Léon [4], se întîlnesc cîteodată, și chiar destul de des, internodii care sînt răsucite în direcție opusă celorlalte internodii pe de aceeași plantă și mersului rotațiilor lor, ceea ce, după Léon (p. 356), este cazul tuturor internodiilor unei anumite varietăți de *Phaseolus multiflorus*. Internodiile care s-au răsucit în jurul propriei lor axe, dacă nu au încetat să se rotească, sînt încă capabile, după cum am observat de mai multe ori, să se răsucească în jurul vreunui suport.

Mohl a observat (p. 111) că, atunci cînd o tulpină se încolăcește în jurul unui suport cilindric și neted, ea nu se răsucește [5]. Ca urmare, am lăsat o plantă de fasole să se cațăre pe o sfoară întinsă și apoi pe tije netede de fier și sticlă, cu diametrul de 0,25 cm, și ele nu s-au răsucit decît în măsura necesității mecanice decurgînd din încolăcirea în spirală. Pe de altă parte, tulpinile care s-au suit pe suporturi rugoase, obișnuite, erau toate, în general, foarte răsucite, într-o mai mare sau mai mică măsură. Influența rugozității suportului în pricinuirea răsucirii axiale a fost bine observată la tulpinile care se încolăciseră în sus pe tijele de sticlă; deoarece aceste tije erau fixate în suporturi crăpate, iar sus erau fixate de suporturi încrucișate, și atunci cînd tulpinile treceau pe la aceste puncte, se răsuceau mult. De îndată ce tulpinile care se urcaseră pe suporturile de fier au ajuns la vîrf și s-au eliberat, ele, de asemenea, se răsuceau; iar aceasta se întîmpla, după cît se pare, mai repede pe vreme de vînt decît pe vreme liniștită. S-ar putea prezenta mai multe alte fapte care să arate că răsucirea axială este într-un oarecare raport cu inegalitățile suportului și de asemenea cu faptul că lăstarul se rotește liber

[4] „Bull. Bot. Soc. de France", 1858, vol. V, p. 356.

[5] Întreg acest subiect a fost competent discutat și explicat de către Hugo de Vries, „Arb. des bot. Inst. Würzburg", fascicula a III-a, p. 331 și 336. Vezi, de asemenea, Sachs, *Text-Book of Botany*, 1875, p. 770, traducere în engleză, care conchide că „torsiunea este rezultatul faptului că creșterea continuă în straturile exterioare, după ce a încetat sau este pe punctul să înceteze în straturile interioare".

fără nici un suport. Multe plante care nu sînt volubile se răsucesc, într-o oarecare măsură, în jurul axelor lor proprii [6]; aceasta se întîmplă însă într-un mod cu atît mai general și mai puternic în cazul plantelor volubile decît la alte plante, încît trebuie să existe o oarecare legătură între capacitatea de înfășurare și cea de răsucire axială. Este probabil ca tulpina să devină mai rigidă prin faptul că se răsucește (pe baza aceluiași principiu că o sfoară foarte răsucită este mai rigidă decît una slab răsucită) și astfel profită în mod indirect, pentru a fi în măsură să treacă, în ascensiunea sa în spirală, peste inegalități și să-și ducă propria sa greutate atunci cînd i se permite să se rotească liber [7].

M-am referit la răsucirea care urmează neapărat, în baza principiilor mecanice, ascensiunii în spirală a unei tulpini, și anume o răsucire de fiecare spiră completată. Acest lucru a fost demonstrat marcîndu-se linii drepte pe tulpini vii și lăsîndu-le apoi să se răsucească; avînd însă în vedere că voi reveni asupra acestui subiect cînd voi trata despre cîrcei, îl vom părăsi pentru moment.

Mișcarea de rotație a plantei volubile a fost comparată cu aceea a vîrfului unui arbust învîrtit jur împrejur cu mîna, ținut la o oarecare distanță în josul tulpinii; există totuși o deosebire importantă. Astfel mișcată, partea superioară a arbustului rămîne dreaptă; la plantele volubile însă, fiecare parte a lăstarului care se rotește își are propria sa mișcare separată și independentă. Acest lucru este ușor de dovedit deoarece, atunci cînd jumătatea sau cele trei sferturi inferioare ale unui lăstar lung care se rotește este legată de un suport, partea superioară liberă continuă să se rotească în mod persistent. Chiar dacă întregul lăstar, cu excepția a 2,5 sau 5 cm din extremitate, este legat, această parte continuă să se rotească, cum am văzut în cazul hameiului, la *Ceropegia*, la *Convolvulus* etc., însă mult mai încet deoarece, pînă ce cresc la o oarecare înălțime, internodiile se mișcă întotdeauna încet. Dacă examinăm unul, două sau mai multe internodii ale unui lăstar care se rotește, se va vedea că toate sînt mai mult sau mai puțin aplecate, fie pe timpul întregii rotații sau al unei mari părți a acesteia. Or, dacă se marchează o dungă colorată (ceea ce s-a făcut cu un mare număr de plante volubile), să zicem de-a lungul suprafeței convexe, după cîtva timp (depinzînd de viteza rotației) dunga va fi găsită mergînd lateral de-a lungul unei laturi a părții aplecate, apoi de-a lungul laturii concave, apoi lateral de partea opusă și pînă în cele din urmă din nou pe suprafața inițial convexă. Aceasta dovedește că în timpul mișcării de rotație internodiile se apleacă în toate direcțiile. De fapt, mișcarea este o autoaplecare continuă a întregului lăstar, dirijată succesiv spre toate punctele cardinale; și a fost bine caracterizată de Sachs drept nutație rotativă.

Avînd în vedere că această mișcare este oarecum greu de înțeles, este cazul să prezentăm un exemplu. Luați un arbust și aplecați-l spre sud și marcați o linie neagră pe suprafața convexă; lăsați arbustul să se ridice brusc în sus și aplecați-l spre est; veți vedea atunci că linia neagră va merge de-a lungul feței laterale,

[6] Prof. Asa Gray mi-a atras atenția într-o scrisoare că la *Thuya occidentalis* răsucirea scoarței este foarte evidentă. În general răsucirea este spre dreapta observatorului, însă, observînd aproximativ o sută de tulpini, s-a constatat că patru sau cinci erau răsucite în direcție contrară. Castanul spaniol este deseori foarte răsucit; există un articol interesant în legătură cu acest subiect în „Scottish Farmer", 1865, p. 833.

[7] Se știe că uneori tulpinile multor plante se răsucesc în spirală într-un mod monstruos; și după ce lucrarea mea a fost prezentată societății linnéene, dr. Maxwell Masters mi-a arătat într-o scrisoare că „unele, dacă nu toate aceste cazuri, depind de vreun obstacol sau rezistență față de creșterea ascendentă [a plantei]. Această concluzie corespunde cu ce am afirmat în legătură cu răsucirea tulpinilor care s-au încolăcit pe suporturi rugoase; aceasta nu exclude însă faptul că răsucirea este folositoare plantei prin faptul că dă tulpinii o mai mare rigiditate".

îndreptată spre nord; aplecați arbustul spre nord și linia neagră va fi pe suprafața concavă; aplecați-l spre vest și linia va fi din nou pe fața laterală; și atunci cînd va fi aplecat din nou spre sud, linia se va găsi pe suprafața convexă inițială. Or, în loc de a apleca arbustul, să presupunem că celulele de-a lungul suprafeței de nord, de la bază la vîrf, ar crește mult mai rapid decît de celelalte trei părți; în acest caz, întregul lăstar s-ar apleca neapărat spre sud, și să presupunem că suprafața care crește longitudinal se încolăcește în jurul lăstarului, abandonînd foarte încet și treptat latura de nord și cuprinzînd latura vestică, și tot așa în jur, prin sud, prin est, din nou la nord. În acest caz, lăstarul ar rămîne mereu aplecat, cu linia marcată apărînd pe diferitele suprafețe arătate mai sus și cu vîrful lăstarului îndreptat succesiv spre toate punctele cardinale. De fapt ar trebui să avem exact același fel de mișcare ca cea executată de lăstarii care se rotesc la plantele volubile [8].

Nu trebuie presupus că mișcarea de rotație este tot atît de regulată ca cea prezentată în exemplul de mai sus; în foarte multe cazuri, vîrful descrie o elipsă, și chiar o elipsă foarte îngustă. Să revenim încă o dată la exemplul nostru; dacă presupunem că numai suprafețele de nord și sud ale tulpinii puietului cresc alternativ rapid, vîrful ar descrie un arc simplu; dacă creșterea ar continua mai întîi foarte puțin către fața vestică și la înapoiere foarte puțin către fața estică, s-ar descrie o elipsă îngustă, iar puietul de arbore ar fi drept cînd trece încoace și încolo prin spațiul intermediar; și o îndreptare completă a tulpinii poate fi adesea observată la plante care se rotesc — adesea mișcarea este de așa natură încît trei din laturile tulpinii par să crească, în ordinea cuvenită, mai rapid decît latura rămasă, așa încît, în loc de cerc, se descrie un semicerc, tulpina devenind dreaptă și verticală la jumătatea traiectului său.

Atunci cînd un lăstar care se rotește constă din mai multe internodii, cele mai de jos se apleacă împreună cu aceeași viteză, însă unul sau două din cele de la vîrf se apleacă mai încet; cu toate că în anumite momente toate internodiile se găsesc în aceeași direcție, lăstarul poate deveni ușor sinuos. Dacă este apreciată după mișcarea extremității vîrfului, viteza de rotație a întregului lăstar este în acest fel uneori accelerată sau întîrziată. Mai trebuie notat încă un alt punct. Unii autori au observat că la multe plante volubile capătul lăstarului este în formă de cîrlig; acesta este cazul foarte general, de exemplu, la *Asclepiadaceae*. În toate cazurile observate de mine, anume la *Ceropegia*, *Sphaerostemma*, *Clerodendron*, *Wistaria*, *Stephania*, *Akebia* și *Siphomeris*, vîrful în formă de cîrlig face exact același fel de mișcare ca celelalte internodii, deoarece o linie vopsită pe suprafața convexă devine mai întîi laterală și apoi concavă; însă, datorită vîrstei tinere a acestor internodii terminale, întoarcerea cîrligului este un proces mai lent decît cel al mișcării de rotație [9]. Această tendință, puternic pronunțată la internodiile tinere, terminale și flexibile, de a se apleca într-o mai mare măsură și mai brusc decît celelalte internodii este folositoare plantei, deoarece nu numai că uneori cîrligul astfel format servește pentru a prinde un suport, însă (ceea ce pare mai important) ea face ca extremitatea lăstarului să cuprindă mai strîns suportul decît ar putea să o facă altfel și ajută astfel să împiedice tulpina de a fi luată

[8] Ipoteza că mișcarea de rotație sau de nutație a tulpinilor plantelor volubile este datorată creșterii este cea expusă de Sachs și Hugo de Vries, și adevărul acestei ipoteze este dovedit prin excelentele lor observații.

[9] Mecanismul prin care capătul lăstarului rămîne în formă de cîrlig pare o problemă grea și complexă, discutată de dr. Hugo de Vries (*ibidem*, p. 337): el conchide că „ea depinde de raportul dintre viteza de torsiune și viteza de nutație".

de vînt pe vreme frumoasă, după cum am observat de multe ori. La *Lonicera brachypoda* cîrligul nu se îndreaptă decît periodic și nu se inversează niciodată. Nu voi afirma că vîrfurile tuturor plantelor volubile, atunci cînd sînt prevăzute cu cîrlig, fie că se inversează, fie că se îndreaptă periodic, în felul descris mai sus, deoarece forma prevăzută cu cîrlig poate fi, în unele cazuri, permanentă și datorită modului de creștere a plantelor, cum este cazul vîrfurilor lăstarilor viței de vie comune și mai ales al acelora de *Cissus discolor*, plante care nu sînt volubile în spirală.

Primul scop al mișcării spontane de rotație sau, mai bine zis, al mișcării de aplecare continuă, îndreptată succesiv spre toate punctele cardinale, este, după cum a observat Mohl, de a favoriza lăstarul pentru a-și găsi un suport. Acest lucru este admirabil realizat prin rotațiile executate zi și noapte, un cerc din ce în ce mai mare fiind parcurs pe măsură ce lăstarul crește în lungime. Această mișcare explică de asemenea modul în care planta se încolăcește, deoarece, atunci cînd un lăstar care se rotește dă de un suport, mișcarea sa este neapărat oprită la punctul de contact, însă partea liberă, care se prelungește, continuă să se rotească. Pe măsură ce această mișcare continuă, punctele situate din ce în ce mai sus intră în contact cu suportul și sînt oprite; și așa mai departe pînă la extremitatea [lăstarului]; și astfel lăstarul se încolăcește în jurul suportului său. Atunci cînd lăstarul urmărește soarele în rotația sa, el se încolăcește în jurul suportului de la dreapta la stînga, presupunîndu-se că suportul este situat în fața celui care îl privește; cînd însă lăstarul se rotește în direcție opusă, linia de răsucire este inversată. Pe măsură ce fiecare internod își pierde, cu vîrsta, capacitatea sa de rotație, el își pierde de asemenea capacitatea sa de încolăcire în spirală. Dacă cineva învîrtește o frînghie în jurul capului, iar capătul [frînghiei] se lovește de un suport, ea se va încolăci în jurul acestuia după direcția mișcării de învîrtire; la fel este cazul unei plante volubile, o linie de creștere deplasîndu-se în jurul părții libere a lăstarului, făcîndu-l să se aplece spre partea opusă, înlocuind impulsul capătului liber al frînghiei.

Toți autorii, cu excepția lui Palm și Mohl, care au discutat încolăcirea în spirală a plantelor susțin că plantele au o tendință naturală de a crește spiralat. Mohl este de părere (p. 112) că tulpinile [plantelor] volubile posedă o iritabilitate slabă, așa încît ele se apleacă spre oricare obiect pe care îl ating, ceea ce Palm neagă. Chiar înainte de a fi citit tratatul interesant al lui Mohl, această ipoteză mi s-a părut atît de probabilă, încît am experimentat-o în toate felurile posibile, însă întotdeauna cu rezultate negative. Am frecat mulți lăstari mai tare decît era nevoie, pentru a determina mișcarea la oricare dintre cîrcei, ori la tulpina oricărei plante cățărătoare cu ajutorul frunzelor, însă fără nici un efect. Am legat apoi o mică crenguță bifurcată de un lăstar de hamei, de *Ceropegia*, *Sphaerostemma* și *Adhatoda*, astfel ca furca să nu apese decît de o singură parte a lăstarului și să se rotească cu el; intenționat am ales plante cu mișcarea de rotire foarte lentă, deoarece părea probabil că acestea ar beneficia cel mai mult de iritabilitate; însă în nici unul din cazuri nu s-a produs vreun efect [10]. De altfel, atunci cînd un lăstar se răsucește în jurul unui suport, mișcarea de încolăcire este, după cum vom vedea îndată, mult mai înceată decît atunci cînd se rotește liber și nu atinge nimic. Conchid deci că tulpinile [plantelor] volubile nu sînt iritabile; și acest fapt

[10] Dr. Hugo Vries a arătat, de asemenea (*ibidem*, p. 321 și 325), printr-o metodă mai bună decît cea folosită de mine, că tulpinile plantelor volubile nu sînt iritabile și că motivul încolăcirii în jurul unui suport este exact acela pe care l-am descris.

nici nu ar fi probabil, deoarece natura își economisește întotdeauna mijloacele și iritabilitatea ar fi fost de prisos. Nu aș dori totuși să afirm că ele nu sînt niciodată iritabile, întrucît axa în creștere a speciei *Lophospermum scandens*, cu frunzele cățărătoare, însă care nu se încolăcește în spirală, este cu siguranță iritabilă; acest caz mă convinge însă că plantele volubile obișnuite nu posedă o asemenea calitate, deoarece, de îndată ce am pus un suport la planta de *Lophospermum*, am văzut că planta s-a comportat altfel decît una cu adevărat volubilă sau decît oricare alta cu frunze cățărătoare [11].

Părerea că plantele volubile au o tendință naturală să crească în spirală a luat probabil naștere din faptul că, atunci cînd se încolăcesc în jurul unui suport, iau o formă spirală și că, chiar atunci cînd rămîn libere, extremitatea capătă uneori această formă. Internodiile libere ale plantelor care cresc viguros devin drepte atunci cînd încetează de a se mai roti și nu prezintă nici o tendință de spiralare; atunci însă cînd un lăstar aproape încetează să crească sau cînd planta este bolnavă, uneori extremitatea se răsucește în spirală. Am văzut aceasta în mod remarcabil la capetele lăstarilor de *Stauntonia* și *Akebia*, înrudită cu ea, care s-au răsucit într-o spirală strînsă, întocmai ca un cîrcel; și aceasta s-a întîmplat după ce cîteva frunze mici, deformate, pieriseră. Cred că în asemenea cazuri explicația este că părțile inferioare ale internodiilor terminale își pierd treptat și succesiv capacitatea de mișcare, pe cînd porțiunile imediat de deasupra se mișcă înainte și la rîndul lor devin imobile; și aceasta se termină prin formarea unei spirale neregulate.

Atunci cînd un lăstar volubil întîlnește un suport, el se răsucește în jurul acestuia puțin mai încet decît se rotește. De exemplu, un lăstar de *Ceropegia* a executat o rotație în 6 ore, dar i-au trebuit 9 ore și 30 min pentru a face o spirală completă în jurul unui suport; *Aristolochia gigas* s-a rotit în circa 5 ore, însă i-au trebuit 9 ore și 15 min să-și completeze rotirea în spirală. Presupun că aceasta se datorește tulburării continuate a forței motrice prin oprirea mișcării în puncte consecutive; și vom vedea ulterior că chiar scuturarea unei plante întîrzie mișcarea de rotație. Internodiile terminale ale unui lăstar lung de *Ceropegia*, foarte aplecat, care se rotea, după ce se încolăcea în jurul unui suport întotdeauna aluneca în sus pe acesta, astfel încît spirala devenea mai deschisă decît era la început, ceea ce se datora probabil parțial faptului că forța care a provocat rotațiile era acum aproape liberă de constrîngerea gravitației și lăsată să acționeze liber. Pe de altă parte, la *Wistaria*, un lăstar lung orizontal s-a răsucit mai întîi într-o spirală foarte strînsă, care a rămas neschimbată; însă ulterior, în timp ce lăstarul se răsucea în spirală pe suport în sus, el a executat o spirală mult mai deschisă. La numeroasele plante care au fost lăsate să se urce liber pe un suport, toate internodiile terminale au executat mai întîi o spirală strînsă; și, cînd bătea vîntul, aceasta servea pentru a menține lăstarii în contact strîns cu suportul lor; deoarece însă penultimele internodii creșteau în lungime, ele se împingeau în sus pe o distanță mare (stabilită prin semne colorate făcute pe lăstar și pe suport) în jurul suportului și spirala a devenit mai deschisă [12].

Din acest ultim fapt urmează că poziția ocupată de fiecare frunză față de suport depinde de creșterea internodiilor după ce s-au răsucit în spirală în jurul lui. Menționez aceasta din cauza unei observații a lui Palm (p. 34), care afirmă

[11] Dr. Hugo de Vries afirmă (*ibidem*, p. 322) că tulpina de *Cuscuta* este tot atît de iritabilă ca și un cîrcel.

[12] Vezi dr. Hugo de Vries (*ibidem*, p. 324) asupra acestui subiect.

că frunzele opuse de hamei stau întotdeauna în șir, exact una deasupra alteia, de aceeași parte a suportului, oricare ar fi grosimea acestuia. Fiii mei au vizitat pentru mine un lan de hamei și mi-au raportat că în general au găsit punctele de inserție ale frunzelor situate unul deasupra altuia pe o lungime de 60—90 cm; totuși, aceasta nu s-a întîmplat niciodată pe toată lungimea suportului, punctele de inserție formînd, după cum era de așteptat, o spirală neregulată. Orice neregularitate de pe suport distrugea complet regularitatea poziției frunzelor. Observații întîmplătoare au arătat că frunzele opuse de *Thunbergia alata* erau dispuse în șir în lungul suportului în jurul căruia se încolăciseră; în consecință, am crescut o duzină de plante și le-am dat suporturi de diferite grosimi, precum și sfori pe care să se încolăcească; numai la una din ele frunzele erau așezate în linie verticală; conchid de aceea că afirmația lui Palm nu este pe deplin exactă.

Frunzele diferitelor plante volubile sînt dispuse pe tulpină (înainte de a se fi încolăcit) în mod alternativ sau opus, ori în spirală. În acest din urmă caz, linia de inserție a frunzelor coincide cu calea rotațiilor. Acest fapt a fost arătat clar de către Dutrochet [13], care a constatat că diferiți indivizi de *Solanum dulcamara* se răsuceau în direcții opuse și că, în fiecare caz, ei își aveau frunzele dispuse în spirală, în aceeași direcție. Un verticil dens, cu multe frunze, ar fi, după cît se pare, incomod pentru o plantă volubilă și unii autori afirmă că nici una nu are frunzele astfel aranjate; însă la o specie volubilă de *Siphomeris* verticilele au trei frunze.

Lăstarul crește în general înainte, dacă îndepărtăm bruse un suport care-l oprește, însă care nu este cuprins în timpul rotației, arătînd că apăsase cu oarecare putere pe suport. După ce un lăstar s-a încolăcit în jurul unui suport, dacă acesta din urmă este retras, lăstarul își mai păstrează cîtva timp forma sa în spirală; apoi el se îndreaptă și începe iarăși să se rotească. Lăstarul lung, foarte aplecat, de *Ceropegia*, la care ne-am referit mai sus, a prezentat cîteva particularități curioase. Internodiile inferioare și mai bătrîne, care continuau să se rotească, erau incapabile să se încolăcească, la încercări repetate, în jurul unui suport subțire dovedind că, deși capacitatea de mișcare era menținută, ea nu era suficientă pentru ca planta să se încolăcească. Am mutat apoi suportul la o distanță mai mare, așa încît a fost atins de un vîrf la 6,25 cm de la extremitatea penultimului internod; după aceasta, suportul a fost complet încercuit de această parte a penultimului și de ultimul internod. După ce am lăsat timp de 11 ore lăstarul încolăcit în spirală, am retras ușor suportul și în decursul zilei porțiunea răsucită s-a îndreptat și a reînceput să se rotească; însă porțiunea inferioară și nerăsucită a penultimului internod nu s-a mișcat, un fel de articulație separînd partea în mișcare de cea nemișcată a aceluiași internod. După cîteva zile am constatat însă că această parte inferioară își recăpătase de asemenea capacitatea de rotire. Aceste diferite fapte arată că capacitatea de mișcare nu este imediat pierdută în porțiunea oprită a unui lăstar care se rotește, și că, după ce a fost temporar pierdută, ea poate fi recuperată. Atunci cînd un lăstar a rămas un timp considerabil în jurul unui suport, el păstrează permanent forma sa în spirală, chiar dacă suportul este îndepărtat.

Atunci cînd un suport înalt a fost astfel așezat încît să oprească internodiile inferioare și rigide de *Ceropegia*, mai întîi la distanța de 37,5 cm, iar apoi de 52,5 cm de la centrul rotației, lăstarul drept s-a urcat pe suport, așa încît

[13] „Comptes Rendus", 1844, vol. XIX, p. 295 și „Annales des Sc. Nat.", Seria a 3-a, Bot., vol. II, p. 163.

se apleca din ce în ce mai mult, fără însă să treacă peste vîrf. Apoi, după un interval suficient pentru executarea unei jumătăți de rotație, lăstarul a sărit brusc de pe suport spre cealaltă parte sau direcție cardinală și și-a reluat ușoara lui înclinație anterioară. El a reînceput acum să se rotească în direcția obișnuită, așa încît după o jumătate de rotație a venit iarăși în contact cu suportul, din nou a alunecat pe suport în sus și a sărit din nou de pe el, căzînd de partea opusă. Această mișcare a lăstarului avea un aspect foarte ciudat, ca și cînd ar fi fost dezgustat de nerușita sa și ar fi hotărît să încerce din nou. Cred că vom înțelege această mișcare ținînd seama de exemplul anterior al tulpinii de lăstar, la care s-a presupus că suparfața în creștere s-a tîrît rotindu-se dinspre fața de nord spre cea de vest, [apoi] la cea de sud și de aici iarăși înapoi prin fața de est spre cea de nord, aplecînd succesiv tulpina puietului în toate direcțiile. Or, la *Ceropegia*, suportul fiind așezat la sud de lăstar și în contact cu el, de îndată ce creșterea circulară a atins suprafața vestică, nu s-a mai produs nici un [alt] efect afară de acela că lăstarul ar fi apăsat tare suportul. Însă, de îndată ce creșterea începe pe suprafața sudică, lăstarul este tras încet în susul suportului printr-o mișcare de lunecare; apoi, de îndată ce creșterea începe pe partea estică, lăstarul este tras de pe suport, iar greutatea lui, coincizînd cu efectele suprafeței modificate de creștere, îl face să se aplece brusc de partea opusă, reluînd ușoara înclinație anterioară; mișcarea de rotație obișnuită continuă ca mai înainte. Am descris acest caz cu oarecare grijă, deoarece m-a făcut pentru prima dată să înțeleg ordinea în care, după cum credeam atunci, se contractă suprafețele, însă în care, după cum știm acum de la Sachs și de la Hugo de Vries, ele cresc cîtva timp repede, făcînd astfel ca lăstarul să se aplece pe partea opusă.

Ipoteza de mai sus explică, cred, faptul observat de Mohl (p. 135), și anume că un lăstar care se rotește, cu toate că se va încolăci în jurul unui obiect subțire ca un fir de ață, nu se poate încolăci în jurul unui suport gros. Am așezat cîțiva lăstari lungi de *Wisteria*, care se rotesc, aproape de un suport cu diametrul de 12,5—15 cm, însă, deși i-am ajutat în tot felul, ei nu s-au putut încolăci în jurul lui. Aceasta pare să se fi datorat faptului că, pe cînd lăstarul se încolăcește în jurul unui obiect atît de ușor curbat ca acest suport, [curbura lăstarului] nu era suficientă ca să poată menține pe loc lăstarul atunci cînd suprafața sa în creștere se deplasa pe partea opusă, așa încît la fiecare rotire lăstarul era tras de pe suportul lui.

Atunci cînd un lăstar liber crește mult dincolo de suportul său, el se apleacă, prin propria sa greutate, cu capătul care se rotește în sus, după cum s-a arătat în cazul hameiului. Dacă suportul nu este înalt, lăstarul cade la pămînt, iar vîrful se ridică. Cîteodată mai mulți lăstari, atunci cînd sînt flexibili, se răsucesc unul în jurul altuia formînd un odgon, susținîndu-se astfel reciproc. Lăstari solitari, subțiri, care atîrnă, ca cei de *Sollya drummondii*, se întorc brusc înapoi și se încolăcesc în sus în jurul lor înșiși. Totuși, majoritatea lăstarilor dependenți ai unei plante volubile, *Hibbertia dentata*, nu au prezentat decît o slabă tendință de a se întoarce în sus. În alte cazuri, ca la *Cryptostegia grandiflora*, mai multe internodii, care mai întîi erau flexibile și se roteau, dacă nu reușeau să se încolăcească în jurul unui suport, deveneau complet rigide și, păstrîndu-și independent poziția verticală, purtau în vîrful lor internodiile mai tinere care se roteau.

Aici ar fi locul potrivit de a prezenta un tabel arătînd direcţia şi viteza mişcării mai multor plante volubile, împreună cu cîteva observaţii suplimentare. Aceste plante sînt aranjate după *Vegetable Kingdom*, a lui Lindley, din 1853, şi au fost alese din toate părţile seriei, pentru a arăta că toate speciile se comportă în mod aproape uniform[14].

VITEZA MIŞCĂRII DE ROTAŢIE LA DIFERITE PLANTE VOLUBILE

ACOTILEDONATE

Lygodium scandens (*Polypodiaceae*); se mişcă în direcţie opusă soarelui.

							ore	*minute*	
18	iunie	— primul	cerc	a	fost	executat în	6	0	
18	”	— al 2-lea	”	”	”	”	6	15	(seara tîrziu)
19	”	— al 3-lea	”	”	”	”	5	32	(zi foarte călduroasă)
19	”	— al 4-lea	”	”	”	”	5	0	(zi foarte călduroasă)
20	”	— al 5-lea	”	”	”	”	6	0	

Lygodium articulatum; se mişcă după soare.

							ore	*minute*	
19	iulie	— primul	cerc	a	fost	executat în	16	30	(lăstar foarte tînăr)
20	”	— al 2-lea	”	”	”	”	15	0	
21	”	— al 3-lea	”	”	”	”	8	0	
22	”	— al 4-lea	”	”	”	”	10	30	

MONOCOTILEDONATE

Ruscus androgynus (*Liliaceae*); pus în seră, se mişcă în direcţie opusă soarelui.

							ore	*minute*	
24	mai	— primul	cerc	a	fost	executat în	6	11	(lăstar foarte tînăr)
25	”	— al 2-lea	”	”	”	”	2	21	
25	”	— al 3-lea	”	”	”	”	3	37	
25	”	— al 4-lea	”	”	”	”	3	22	
26	”	— al 5-lea	”	”	”	”	2	50	
27	”	— al 6-lea	”	”	”	”	3	52	
27	”	— al 7-lea	”	”	”	”	4	11	

Asparagus (specie, denumire de la Kew) (*Liliaceae*); aşezată în seră, se mişcă în direcţie opusă soarelui.

							ore	*minute*
26	decembrie	— primul	cerc	a	fost	executat în	5	0
27	”	— al 2-lea	”	”	”	”	5	40

[14] Sînt foarte îndatorat doctorului Hooker pentru faptul că mi-a trimis multe plante de la Kew; şi d-lui Veitch de la pepiniera exotică regală, de a-mi fi dat cu generozitate o colecţie de exemplare frumoase de plante cătărătoare. Prof. Asa Gray, prof. Oliver şi dr. Hooker mi-au oferit, ca şi în multe ocazii anterioare, multe informaţii şi referinţe.

Tamus communis (*Dioscoreaceae*); un lăstar tînăr dintr-un tubercul, într-un ghiveci aşezat n seră: urmează direcţia soarelui.

							ore	minute
7	iulie	— primul	cerc a	fost	executat	în	3	10
7	”	— al 2-lea	”	”	”	”	2	38
8	”	— al 3-lea	”	”	”	”	3	5
8	”	— al 4-lea	”	”	”	”	2	56
8	”	— al 5-lea	”	”	”	”	2	30
8	”	— al 6-lea	”	”	”	”	2	30

Lapagerea rosea (*Philesiaceae*); în seră urmăreşte soarele.

							ore	minute	
9	martie	— primul	cerc a	fost	executat	în	26	15	(lăstar tînăr)
10	”	— semicercul	a	fost	executat	în	8	15	
11	”	— al 2-lea	cerc a	fost	executat	în	11	0	
12	”	— al 3-lea	”	”	”	”	15	30	
13	”	— al 4-lea	”	”	”	”	14	15	
16	”	— al 5-lea	”	”	”	”	8	40	(cînd a fost aşezat în seră, însă în ziua următoare lăstarul a rămas staţionar)

Roxburghia viridiflora (*Roxburghiaceae*); se mişcă în direcţie opusă soarelui; completat un cerc în aproximativ 24 de ore.

DICOTILEDONATE

Humulus lupulus (*Urticaceae*); urmăreşte soarele; planta a fost ţinută într-o cameră pe vreme călduroasă.

							ore	minute
9	aprilie	— primele 2	cercuri	au fost	executate	în	4	16
13	”	— al 3-lea	cerc a	fost	executat	în	2	0
14	”	— al 4-lea	”	”	”	”	2	20
14	”	— al 5-lea	”	”	”	”	2	16
14	”	— al 6-lea	”	”	”	”	2	2
14	”	— al 7-lea	”	”	”	”	2	0
14	”	— al 8-lea	”	”	”	”	2	4

La hamei s-a executat un semicerc, deplasîndu-se în contra luminii într-o oră şi 33 min; deplasîndu-se spre lumină într-o oră şi 13 min; diferenţa de viteză, 20 min.

Akebia quinata (*Lardizabalaceae*); pusă în seră, se mişcă în direcţie opusă soarelui.

							ore	minute	
17	martie	— primul	cerc a	fost	executat	în	4	0	(lăstar tînăr)
18	”	— al 2-lea	”	”	”	”	1	40	
18	”	— al 3-lea	”	”	”	”	1	30	
19	”	— al 4-lea	”	”	”	”	1	45	

Stauntonia latifolia (*Lardizabalaceae*); pusă în seră, se mişcă în contra soarelui.

							ore	minute
28	martie	— primul	cerc a	fost	executat	în	3	30
29	”	— al 2-lea	”	”	”	”	3	45

Sphaerostemma marmoratum (*Schizandraceae*); urmăreşte soarele.

					ore	*minute*
5 august	— primul	cerc a fost	executat în aproximativ		24	0
5 ”	— al 2-lea	cerc a fost	executat în aproximativ		18	30

Stephania rotunda (*Menispermaceae*); se mişcă în direcţie opusă soarelui.

					ore	*minute*
27 mai	— primul	cerc a fost	executat în		5	5
30 ”	— al 2-lea	”	”	” ”	7	6
2 iunie	— al 3-lea	”	”	” ”	5	15
4 ”	— al 4-lea	”	”	” ”	6	28

Thryallis brachystachys (*Malpighiaceae*); se mişcă în direcţie opusă soarelui; un lăstar a executat un cerc în 12 ore, un altul în 10 ore şi 30 min; însă în ziua următoare, care era mult mai rece, primului lăstar i-au trebuit 10 ore să execute numai un semicerc.

Hibbertia dentata (*Dilleniaceae*); pusă în seră, a urmărit soarele şi a executat (la 18 mai) un cerc în 7 ore şi 20 min; la 19 mai şi-a inversat mersul şi s-a mişcat în contra soarelui, executînd un cerc în 7 ore. În ziua de 20 s-a mişcat în contra soarelui pe o treime de cerc, apoi a stat pe loc; la 26 mai a urmărit soarele pe două treimi de cerc şi a revenit apoi la punctul de plecare, necesitînd pentru acest mers dublu 11 ore şi 46 min.

Sollya drummondii (*Pittosporaceae*); s-a mişcat în direcţie opusă soarelui, ţinută în seră.

					ore	*minute*	
4 aprilie	— primul	cerc a fost	executat în		4	25	
5 ”	— al 2-lea	”	”	” ”	8	0	(zi foarte rece)
6 ”	— al 3-lea	”	”	” ”	6	5	
7 ”	— al 4-lea	”	”	” ”	7	25	

Polygonum dumetorum (*Polygonaceae*); acest caz este luat din Dutrochet (p. 299), întrucît nu am observat nici o plantă înrudită; ea urmează soarele; trei lăstari tăiaţi de pe o plantă şi puşi în apă au făcut cercuri în 3 ore şi 10 min, 5 ore şi 20 min şi 7 ore şi 15 min.

Wistaria chinensis (*Leguminosae*); în seră se mişcă în direcţie opusă soarelui.

					ore	*minute*
13 mai	— primul	cerc a fost	executat în		3	5
13 ”	— al 2-lea	”	”	” ”	3	20
16 ”	— al 3-lea	”	”	” ”	2	5
24 ”	— al 4-lea	”	”	” ”	3	21
25 ”	— al 5-lea	”	”	” ”	2	37
25 ”	— al 6-lea	”	”	” ”	2	35

Phaseolus vulgaris (*Leguminosae*); în seră se mişcă în direcţie opusă soarelui.

					ore	*minute*
mai	— primul	cerc a fost	executat în		2	0
”	— al 2-lea	”	”	” ”	1	55
”	— al 3-lea	”	”	” ”	1	55

Dipladenia urophylla (*Apocynaceae*); se mişcă în direcţie opusă soarelui.

					ore	*minute*
18 aprilie	— primul	cerc a fost	executat în		8	0
19 ”	— al 2-lea	”	”	” ”	9	15
30 ”	— al 3-lea	”	”	” ”	9	40

Dipladenia crassinoda; se mișcă în direcție opusă soarelui.

						ore	*minute*
16 mai	— primul	cerc a fost	executat în			9	5
20 ”	— al 2-lea	”	”	”	”	8	0
21 ”	— al 3-lea	”	”	”	”	8	5

Ceropegia gardnerii (*Asclepiadaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui.

					ore	*minute*
lăstar foarte tînăr, lung de 5 cm	— primul	cerc a fost	executat în		7	55
lăstar încă tînăr	— al 2-lea	”	”	”	7	0
lăstar lung	— al 3-lea	”	”	”	6	33
” ”	— al 4-lea	”	”	”	5	15
” ”	— al 5-lea	”	”	”	6	45

Stephanotis floribunda (*Asclepiadaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui; a făcut un cerc în 6 ore și 40 min, un al doilea cerc în aproximativ 9 ore.

Hoya carnosa (*Asclepiadaceae*); a făcut mai multe cercuri în circa 16—22 sau 24 de ore.

Ipomoea purpurea (*Convolvulaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui; planta pusă într-o cameră cu lumină laterală.

Primul cerc a executat în 2 ore și 42 min — semicerc în direcție opusă luminii, într-o oră și 14 min, înspre lumină într-o oră și 28 min; diferența 14 min.

Al 2-lea cerc executat în 2 ore și 47 min — semicerc în direcție opusă luminii, într-o oră și 17 min, înspre lumină într-o oră și 30 min; diferența 13 min.

Ipomoea jucunda (*Convolvulaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui pusă in biroul meu cu ferestre spre nord-est; vremea călduroasă.

Primul cerc a executat în 5 ore și 30 min — semicerc în direcție opusă luminii, în 4 ore și 30 min, înspre lumină într-o oră; diferența 3 ore și 30 min.

Al 2-lea cerc executat în 5 ore și 20 min (tîrziu după-amiază, cerc completat în 6 ore și 40 min.) — semicerc în direcție opusă luminii în 3 ore și 50 min, înspre lumină într-o oră și 30 min; diferența 2 ore și 20 min.

Aici avem un exemplu remarcabil de puterea luminii de a întîrzia sau grăbi mișcarea de rotire (vezi „Erata”).

Convolvulus sepium (varietate cultivată, cu flori mari); se mișcă în direcție opusă soarelui. S-au executat două cercuri, fiecare într-o oră și 42 min; diferența la semicerc dinspre și înspre lumină de 14 min.

Rivea tiliaefolia (*Convolvulaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui, a executat 4 rotiri în 9 ore, așa că în medie fiecare rotire a fost efectuată în 2 ore și 15 min.

Plumbago rosea (*Plumbaginaceae*); urmărește soarele; lăstarul nu a început să se rotească decît cînd era înalt de aproape 90 cm; el a executat apoi un cerc frumos în 10 ore și 45 min. În următoarele cîteva zile el a continuat să se miște, însă neregulat. La 15 august lăstarul a urmat timp de 10 ore și 40 min un mers lung și adînc în zigzag, făcînd apoi o elipsă largă. Figura pare să reprezinte trei elipse, fiecare necesitînd în medie 3 ore și 33 min pentru completare.

Jasminum pauciflorum, Bentham (*Jasminaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui; un cerc a fost executat în 7 ore și 15 min, iar un al doilea puțin mai repede.

Clerodendrum thomsonii (*Verbenaceae*); urmărește soarele.

							ore	minute	
12	aprilie	— primul	cerc a fost	efectuat	în		5	45	(lăstar foarte tînăr)
14	”	— al 2-lea	”	”	”	”	3	30	
18	”	— un semicerc	”	”	”	”	5	0	(imediat după ce planta a fost scuturată, fiind mișcată din loc)
19	”	— al 3-lea	cerc a fost	efectuat	în		3	0	
20	”	— al 4-lea	”	”	”	”	4	20	

Tecoma jasminoides (*Bignoniaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui.

							ore	minute	
17	martie	— primul	cerc a fost	efectuat	în		6	30	
19	”	— al 2-lea	”	”	”	”	7	0	
22	”	— al 3-lea	”	”	”	”	8	30	(zi foarte rece)
24	”	— al 4-lea	”	”	”	”	6	45	

Thunbergia alata (*Acanthaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui.

							ore	minute	
14	aprilie	— primul	cerc a fost	efectuat	în		3	20	
18	”	— al 2-lea	”	”	”	”	2	50	
18	”	— al 3-lea	”	”	”	”	2	55	
18	”	— al 4-lea	”	”	”	”	3	55	(tîrziu după-amiază)

Adhadota cydonaefolia (*Acanthaceae*); urmărește soarele; un lăstar tînăr a executat un semicerc în 24 de ore; ulterior el a executat un cerc între 40 și 48 de ore; un alt lăstar a efectuat însă un cerc în 26 ore și 30 min.

Mikania scandens (*Compositae*); se mișcă în direcție opusă soarelui.

							ore	minute	
14	martie	— primul	cerc a fost	executat	în		3	10	
15	”	— al 2-lea	”	”	”	”	3	0	
16	”	— al 3-lea	”	”	”	”	3	0	
17	”	— al 4-lea	”	”	”	”	3	33	
7	aprilie	— al 5-lea	”	”	”	”	2	50	
7	”	— al 6-lea	”	”	”	”	2	40	(acest cerc a fost executat după o udare copioasă cu apă rece la 47°F)

Combretum argenteum (*Combretaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui; ținută în seră.

							ore	minute	
24	ianuarie	— primul	cerc a fost	executat	în		2	55	(timpuriu dimineața cînd temperatura casei scăzuse puțin)
24	”	— două cercuri, fiecare executat în medie în					2	20	
25	”	— al 4-lea	cerc a fost	executat	în		2	25	

Combretum purpureum; nu se rotește atît de repede ca *C. argenteum*.

Loasa aurantiaca (*Losaceae*); mersul rotațiilor variabil; o plantă care s-a mișcat în direcție opusă soarelui.

						ore	*minute*	
20	iunie	— primul	cerc a	fost	executat în	2	37	
20	”	— al 2-lea	”	”	” ”	2	13	
20	”	— al 3-lea	”	”	” ”	4	0	
21	”	— al 4-lea	”	”	” ”	2	35	
22	”	— al 5-lea	”	”	” ”	3	26	
23	”	— al 6-lea	”	”	” ”	3	5	

O altă plantă care a urmărit soarele în rotațiile ei.

						ore	*minute*	
11	iunie	— primul	cerc a	fost	efectuat în	1	51	
11	”	— al 2-lea	”	”	” ”	1	46	
11	”	— al 3-lea	”	”	” ”	1	41	o zi foarte călduroasă
11	”	— al 4-lea	”	”	” ”	1	48	
12	”	— al 5-lea	”	”	” ”	2	35	

Scyphantus elegans (*Losaceae*); urmărește soarele.

						ore	*minute*
13	iunie	— primul	cerc a	fost	executat în	1	45
13	”	— al 2-lea	”	”	” ”	1	17
14	”	— al 3-lea	”	”	” ”	1	36
14	”	— al 4-lea	”	”	” ”	1	59
14	”	— al 5-lea	”	”	” ”	2	3

Siphomeris sau *Lecontea* (specie nenumită) (*Cinchonaceae*); urmărește soarele.

						ore	*minute*	
25	mai	— un semicerc	a	fost	efectuat în	10	27	(lăstar extrem de tînăr)
26	”	— primul	cerc a	fost	” ”	10	15	(lăstarul încă tînăr)
30	”	— al 2-lea	”	”	” ”	8	55	
2	iunie	— al 3-lea	”	”	” ”	8	11	
6	”	— al 4-lea	”	”	” ”	6	8	
8	”	— al 5-lea	”	”	” ”	7	20	(luat din seră și pus într-o
9	”	— al 6-lea	”	”	” ”	8	36	cameră din casa mea)

Manettia bicolor (*Cinchonaceae*); plantă tînără, urmărește soarele.

						ore	*minute*
7	iulie	— primul	cerc a	fost	executat în	6	18
8	”	— al 2-lea	”	”	” ”	6	53
9	”	— al 3-lea	”	”	” ”	6	30

Lonicera brachypoda (*Caprifoliaceae*); urmărește soarele, ținută într-o cameră călduroasă.

						ore	*minute*	
aprilie	— primul	cerc a	fost	executat în		9	10	(aproximativ)
”	— al 2-lea	”	”	”	”	12	20	(un lăstar distinct, foarte tînăr, de pe aceeași plantă)
”	— al 3-lea	”	”	”	”	7	30	
”	— al 4-lea	”	”	”	”	8	0	

În acest din urmă cerc, semicercul dinspre lumină a fost executat în 5 ore și 23 min și cel înspre lumină în 2 ore și 37 min; diferența de 2 ore și 46 min.

Aristolochia gigas (*Aristolochiaceae*); se mișcă în direcție opusă soarelui.

						ore	*minute*	
22	iunie	— primul	cerc a fost	executat în		8	0	(lăstar foarte tînăr)
23	”	— al 2-lea	”	”	”	7	15	
24	”	— al 3-lea	”	”	”	5	0	(aproximativ)

În lista de mai sus, care include plante volubile aparținînd unor ordine cu totul diferite, vedem că viteza cu care creșterea se deplasează sau se mișcă în jurul axei (de care depinde mișcarea de rotație) diferă mult. Atîta timp cît o plantă rămîne în aceleași condiții, viteza este adesea remarcabil de uniformă, ca la hamei, la *Mikania*, la *Phaseolus* etc. *Scyphanthus* a executat o rotație într-o oră și 17 min, aceasta fiind cea mai mare viteză observată de mine; vom vedea însă ulterior că o *Passiflora*, purtînd cîrcei, se rotește mai rapid. Un lăstar de *Akebia quinata* a executat o rotație într-o oră și 30 min și trei rotații la o viteză medie de o oră și 38 min; un *Convolvulus* a executat două rotații cu viteza medie de o oră și 42 min fiecare și *Phaseolus vulgaris* trei cu viteza medie de o oră și 57 min fiecare. Pe de altă parte, unele plante au nevoie de 24 de ore pentru o singură rotație, iar *Adhadota* a necesitat uneori 48 de ore; totuși, această din urmă plantă are volubilitate eficientă. Specii din același gen se mișcă cu viteze diferite. Viteza nu pare să fie determinată de grosimea lăstarilor; cei de *Sollya* sînt tot atît de subțiri și flexibili ca o sfoară, însă se mișcă mai încet decît lăstarii groși și cărnoși de *Ruscus* care par puțin potriviți pentru vreo mișcare. Lăstarii de *Wistaria* care devin lemnoși se mișcă mai rapid decît cei de *Ipomeea* sau *Thunbergia*, plante erbacee.

Știm că, atîta timp cît sînt foarte tinere, internodiile nu dobîndesc viteza lor specifică de mișcare, de unde decurge că diferiții lăstari de pe aceeași plantă se pot roti uneori cu viteze diferite. Cele două, trei sau chiar mai multe internodii, primele formate deasupra cotiledoanelor sau rizomului unei plante perene, nu se mișcă; ele se pot susține singure și nu au nimic de prisos.

Un număr mai mare de plante volubile se rotesc într-un sens opus soarelui sau acelor unui ceasornic, iar un număr mai mic în mers invers și, în consecință, după cum este bine cunoscut, majoritatea se urcă pe suporturi de la stînga la dreapta. Uneori, însă rar, plante din același ordin se încolăcesc în sensuri opuse, din care Mohl (p. 125) dă un caz la leguminoase, iar în lista de la p. 15 avem un altul la *Acanthaceae*. Nu am găsit nici un exemplu de două specii, din același gen care să se încolăcească în direcții opuse și asemenea cazuri trebuie să fie rare; Fritz Müller afirmă[15] că, deși *Mikania scandens* se răsucește, după cum am descris eu, de la stînga la dreapta, o altă specie din sudul Braziliei se răsucește în direcție opusă. Ar fi fost un fapt anormal, dacă asemenea cazuri nu ar fi existat, întrucît diferiți indivizi de aceeași specie, și anume de *Solanum dulcamara* (Dutrochet, vol. XIX, p. 299) se rotesc și se încolăcesc în două direcții diferite; această plantă se încolăcește însă extrem de slab. *Loasa aurantiaca* (Léon, p. 351) prezintă un caz și mai curios; am cultivat 17 plante și dintre acestea 8 s-au rotit în opoziție față de soare și s-au ridicat de la stînga spre dreapta, 5 au urmărit soarele și s-au ridicat de la dreapta spre stînga, iar 4 s-au rotit și încolăcit mai întîi într-o direcție, iar apoi și-au

[15] „Journ. of the Linn. Soc. Bot.”, vol. IX, p. 344. Voi avea ocazia să citez adesea această lucrare interesantă, în care el corectează sau confirmă diferite afirmații făcute de mine.

inversat mersul[16], peţiolurile frunzelor opuse oferind un punct de sprijin pentru inversiunea spiralei. Una dintre aceste patru plante a executat şapte rotiri în spirală de la dreapta la stînga şi cinci de la stînga la dreapta. O altă plantă din aceeaşi familie, *Syphanthus elegans*, se încolăceşte de obicei în acelaşi mod. Am cultivat multe plante ale acestei specii şi tulpinile tuturor s-au rotit o dată sau uneori de două sau chiar de trei ori într-o direcţie, iar apoi, suindu-se pe o mică distanţă drept în sus, şi-au inversat mersul şi s-au rotit o dată sau de două ori în direcţie opusă. Inversarea curbării a avut loc în orice punct al tulpinii, chiar la mijlocul unui internod. Dacă nu aş fi văzut acest caz, aş fi considerat această întîmplare ca extrem de puţin probabilă. Acest lucru ar fi fost aproape imposibil la o plantă care s-a urcat mai multe zeci de centimetri sau care trăia într-o situaţie expusă; întrucît tulpina ar fi putut fi smulsă lesne de pe suportul ei, numai cu o uşoară descolăcire; şi nici nu ar fi putut adera de loc, dacă internodiile nu ar fi devenit curînd destul de rigide. După cum vom vedea, cazuri analoge se întîlnesc frecvent la plante căţărătoare cu ajutorul frunzelor; acestea nu prezintă însă nici o dificultate, întrucît tulpina este fixată prin peţiolurile care cuprind [suportul].

La multe alte plante căţărătoare şi la cele volubile observate de mine nu am văzut decît de două ori mişcarea inversată o dată, şi numai pe o distanţă mică, la *Ipomoea jucunda*, însă frecvent la *Hibbertia dentata*. La început, această plantă m-a nedumerit mult, deoarece am observat în mod continuu lăstarii ei lungi şi flexibili, evident bine adaptaţi pentru încolăcire, făcînd un cerc întreg sau o jumătate sau un sfert de cerc într-o direcţie, apoi într-o direcţie opusă; în consecinţă cînd am pus lăstarii aproape de nişte suporturi subţiri sau groase sau aproape de sfori întinse vertical, ei păreau să încerce în mod constant să se urce, însă întotdeauna nu izbuteau. Am înconjurat apoi planta cu o masă de crengi ramificate; lăstarii s-au urcat şi au trecut printre ele, însă mai mulţi au ieşit lateral, iar extremităţile lor aplecate rareori s-au întors în sus, după cum se întîmplă de obicei la plantele volubile. În sfîrşit, am înconjurat o a doua plantă cu multe suporturi subţiri, verticale şi am pus-o aproape de prima [plantă] cu crengi; şi acum ambele aveau ce le convenea, deoarece ele s-au încolăcit în sus pe suporturile paralele, uneori încolăcindu-se în jurul unuia şi uneori în jurul mai multor suporturi; şi lăstarii se deplasau de la un ghiveci la celălalt, însă pe măsură ce plantele îmbătrîneau, unii din lăstari se încolăceau în mod regulat în sus pe suporturile verticale subţiri. Deşi mişcarea de rotire era uneori într-o direcţie, iar alte ori în cealaltă, încolăcirea era invariabil de la stînga spre dreapta[17]; aşa încît mişcarea mai puternică sau mai persistentă de rotire trebuie să fi fost în opoziţie faţă de mersul soarelui. S-ar părea că această *Hibbertia* este adaptată atît pentru a se urca prin încolăcire, cît şi pentru a se întinde lateral prin desişurile arbuştilor australieni.

Am descris cazul de mai sus oarecum amănunţit, deoarece, după cît am văzut, rareori se întîmplă să găsim adaptări speciale la plantele volubile, fapt prin care ele se deosebesc mult de cele cu cîrcei, superior organizate. După cum vom vedea îndată, *Solanum dulcamara* se poate încolăci numai în jurul

[16] Am cultivat nouă plante de *Loasa herbertii* hibridă, şi şase din acestea şi-au inversat spirala, suindu-se pe un suport.

[17] La un alt gen, *Davilla*, aparţinînd aceleiaşi familii ca şi *Hibbertia*, Fritz Müller (*op. cit.*, p. 349) a observat că „tulpina se încolăceşte de la stînga la dreapta sau de la dreapta spre stînga; şi o dată am văzut un lăstar care s-a urcat pe un arbore cu diametrul de 12,5 cm şi şi-a inversat mersul în acelaşi fel după cum se întîmplă atît de frecvent la *Loasa*".

tulpinilor subțiri și flexibile. Majoritatea plantelor volubile sînt adaptate să se urce pe suporturi de grosime diferită, dar moderată. După cît am putut vedea, plantele volubile din Anglia nu se încolăcesc niciodată în jurul arborilor, în afară de caprifoi (*Lonicera periclymenum*), pe care l-am văzut încolăcindu-se în jurul unui fag tînăr cu diametrul de 11,25 cm. Mohl (p. 134) a constatat că *Phaseolus multiflorus* și *Ipomoea purpurea* nu se puteau încolăci în jurul unor suporturi rotunde cu diametrul de 7,5 și 10 cm, atunci cînd erau puse într-o cameră în care lumina intra lateral; deoarece aceasta interfera, într-un mod care va fi explicat îndată, cu mișcarea de rotire. Totuși, în aer liber, *Phaseolus* s-a încolăcit în jurul unui suport de grosimea celui de mai sus, însă nu a reușit să se încolăcească în jurul unuia cu diametrul de 22,5 cm. Totuși, unele plante volubile din regiunile temperate, mai calde, se pot încolăci pe suporturi de această din urmă grosime, deoarece am aflat de la dr. Hooker că la Kew *Ruscus androgynus* s-a urcat pe un suport cu un diametru de 22,5 cm; și, deși o *Wistaria* crescută de mine într-un ghiveci mic a încercat în zadar, timp de săptămîni, să se încolăcească în jurul unui suport gros de 12,5—15 cm, totuși la Kew o plantă s-a urcat pe un trunchi cu diametrul de peste 15 cm. Pe de altă parte, plantele volubile tropicale se pot urca pe arbori mai groși; dr. Thomson și Hooker mă informează că au observat acest fapt la *Butea parviflora*, aparținînd *Menispermaceae*-lor și la unele specii de *Dalbergia* și alte leguminoase[18]. Această capacitate ar fi fost necesară oricărei specii care a trebuit să se urce încolăcindu-se pe arborii mari dintr-o pădure tropicală; altfel ele nu ar fi aproape niciodată în măsură să ajungă la lumină. În țările noastre temperate ar fi dăunător pentru plantele volubile, care pier în fiecare an, dacă ar putea să se încolăcească în jurul trunchiului copacilor, deoarece ele nu ar putea crește destul de înalte într-un singur anotimp pentru a ajunge astfel cu vîrful la lumină.

Nu știm prin ce anume mijloace unele plante volubile sînt adaptate să nu se urce decît pe tulpini subțiri, iar altele să se încolăcească în jurul unora mai groase. După părerea mea, este probabil că plantele volubile cu lăstari foarte lungi care se rotesc sînt în măsură să se urce pe suporturi groase; ca urmare, am pus o *Ceropegia gardnerii* lîngă un suport cu diametrul de 15 cm, însă lăstarii nu au reușit cîtuși de puțin să se încolăcească în jurul lui; marea lor lungime și capacitatea de mișcare le-a ajutat numai să găsească o tulpină îndepărtată în jurul căreia să se încolăcească. *Sphaerostemma marmoratum* este o plantă volubilă tropicală viguroasă și, deoarece se rotește foarte încet, am considerat că acest din urmă considerent ar putea-o ajuta să se urce pe un suport gros; însă deși a putut să se încolăcească în jurul unui suport de 15 cm în diametru, ea nu a putut-o face decît la același nivel sau în același plan; nu a format o spirală și de aceea nu a putut să se urce.

Deoarece ferigile se deosebesc atît de mult prin structură de plantele fanerogame, merită arătat aici că ferigile volubile nu se deosebesc prin obiceiurile lor de celelalte plante volubile. La *Lygodium articulatum*, cele două internodii ale tulpinii (de fapt rahisul) care se formează la început de rizom, nu se mișcă; al treilea internod de la suprafața solului se rotește însă la început foarte încet. Această specie se rotește foarte încet: însă *L. scandens* a executat cinci rotiri,

[18] Fritz Müller afirmă (*ibidem*, p. 349) că odată a văzut în pădurile din sudul Braziliei un trunchi cu o circumferință de circa 1,50 m, pe care se suise în spirală o plantă aparținînd, pare-se, *Menispermaceae*-lor. În scrisoarea sa, el adaugă că majoritatea plantelor cățărătoare care se urcă pe arbori groși se agață cu ajutorul rădăcinilor, iar unele au cîrcei.

fiecare cu viteza medie de 5 ore și 45 de minute; ceea ce reprezintă destul de bine viteza obișnuită, luînd împreună plantele fanerogame care se mișcă repede și cele care se mișcă încet. Viteza este mărită de creșterea temperaturii. La toate stadiile de creștere numai cele două internodii superioare s-au rotit. O linie marcată de-a lungul suprafeței convexe a unui internod care se rotește devine mai întîi laterală, apoi concavă și [din nou] laterală, iar în cele din urmă iarăși convexă. Nici internodiile și nici peţiolurile nu sînt iritabile, atunci cînd sînt frecate. Mișcarea este în direcţia obișnuită și, anume în opoziţie cu mersul soarelui; și atunci cînd tulpina se încolăcește în jurul unui suport subţire, ea se răsucește pe propria sa axă, în aceeași direcţie. După ce internodiile tinere s-au încolăcit în jurul unui suport, creșterea lor continuă le face să alunece puţin în sus. Dacă suportul este îndepărtat curînd, ele se îndreaptă și reîncep să se rotească. Extremităţile lăstarilor care atîrnă se întorc în sus și se încolăcesc în jurul lor înșile. În toate aceste privinţe avem o identitate completă cu plantele volubile fanerogame; și enumerarea de mai sus poate servi ca un rezumat al caracteristicilor principale ale tuturor plantelor volubile.

Capacitatea de rotire depinde de sănătatea și vigoarea generală a plantei, după cum a arătat în mod temeinic Palm. Mișcarea fiecărui internod separat este însă atît de independentă de celelalte, încît amputarea celui superior nu influenţează rotaţiile unui internod inferior. Totuși, atunci cînd Dutrochet a amputat doi lăstari întregi de hamei și i-a pus în apă, mișcarea a fost mult încetinită; întrucît unul s-a rotit în 20 de ore, iar celălalt în 23 de ore, în vreme ce ei trebuiau să se fi rotit în 2 ore și 30 min. Lăstari de fasole amputaţi și puși în apă și-au încetinit la fel mișcarea, însă într-o mai mică măsură. Am observat de repetate ori că, ducînd o plantă din seră în camera mea sau dintr-o parte într-alta a serei, mișcarea se oprea pentru un timp oarecare. Am conchis de aceea că plantele care cresc în stare naturală în locuri deschise nu își execută rotaţiile pe timp de furtună. O scădere a temperaturii a provocat întotdeauna o întîrziere în viteza de rotaţie; Dutrochet (vol. XVII, p. 994 și 996) a prezentat însă observaţii atît de precise în această privinţă, în legătură cu mazărea comună, încît nu mai am nimic de adăugat. Cînd plante volubile sînt așezate într-o cameră lîngă o fereastră, în unele cazuri lumina are o putere remarcabilă (după cum s-a remarcat și de către Dutrochet (p. 998) la mazăre asupra mișcării de rotaţie); aceasta se deosebește însă ca grad la diferite plante; astfel, *Ipomoea jucunda* a executat un cerc complet în 5 ore și 30 min; semicercul opus luminii necesitînd 4 ore și 30 min, iar cel spre lumină numai o oră. *Lonicera branchipoda* s-a rotit într-o direcţie opusă celei executate de *Ipomoea* în 8 ore; semicercul în contra luminii necesitînd 5 ore și 23 min, iar cel dinspre lumină numai 2 ore și 37 min. Din faptul că viteza de rotire la toate plantele observate de mine este aproape aceeași în timpul nopţii și a zilei, deduc că acţiunea luminii este limitată de întîrzierea unui semicerc și la accelerarea celuilalt, așa încît să nu se modifice considerabil viteza întregei rotaţii. Această acţiune a luminii este remarcabilă, cînd ne gîndim cît de puţin sînt dezvoltate frunzele și internodiile tinere și subţiri care se rotesc. Acest fapt este cu atît mai remarcabil cu cît botaniștii cred (Mohl, p. 119) că plantele volubile nu sînt decît puţin sensibile la acţiunea luminii.

Voi termina descrierea plantelor volubile prezentînd cîteva cazuri variate și curioase. La majoritatea plantelor volubile toate ramurile, oricît ar fi de multe continuă să se rotească împreună; însă, după Mohl (p. 4), numai ramurile laterale

de *Tamus elephantipes* se încolăcesc și nu tulpina principală. Pe de altă parte, la o specie cățărătoare de *Asparagus*, numai lăstarul principal se rotea și se încolăcea și nu ramurile; trebuie arătat însă că planta nu creștea viguros. Plantele mele de *Combretum argenteum* și de *C. purpureum* au emis numeroși lăstari scurți și sănătoși; ei nu au prezentat însă nici un semn de rotire; și nu am putut înțelege cum se pot cățăra aceste plante; în cele din urmă însă, *C. argenteum* a emis din partea inferioară a uneia din ramurile sale principale un lăstar subțire, lung de 150 sau 180 cm, deosebindu-se mult ca aspect de lăstarii anteriori, datorită faptului că frunzele acestuia erau puțin dezvoltate și lăstarul se rotea viguros și se încolăcea, așa încît această plantă produce două feluri de lăstari. La *Periploca graeca* (Palm, p. 43) se rotește numai lăstarii cei mai de sus. *Polygonum convolvulus* se încolăcește numai în mijlocul verii (Palm, p. 43 și 94); toamna, deși crește viguros, nu arată nici o înclinație de a se cățăra. Majoritatea *Asclepiadaceae*-lor sînt volubile; însă *Asclepias nigra* numai „in fertiliori solo incipit scandere sulvolubili caule"* (Willdenow, citat și confirmat de Palm, p. 41). *Asclepias vincetoxicum* nu se încolăcește totdeauna, ci numai (Palm, p. 42; Mohl, p. 112) atunci cînd crește în anumite condiții. Același lucu [s-a observat] și la două specii de *Ceropegia*, după cum aflu de la prof. Harvey, deoarece în țara lor de baștină, Africa de sud, unde este o mare uscăciune, ele cresc vertical, înalte de 15—60 cm, exemplarele foarte puțin mai înalte prezentînd o oarecare tendință să se aplece; însă cînd a fost cultivate în apropiere de Dublin, ele s-au încolăcit de regulă în sus pe suporturi înalte de 1,5—1,8 m. Majoritatea *Convolvulaceae*-lor sînt plante volubile remarcabile, însă, în Africa de sud, *Ipomoea argyracoides* crește aproape întotdeauna vertical și compact, înaltă de circa 30—45 cm; un singur exemplar din colecția prof. Harvey prezenta o tendință evidentă de a se încolăci. Pe de altă parte, plantule crescute în apropiere de Dublin s-au încolăcit în sus pe suporturi înalte de 2,4 m. Aceste fapte sînt remarcabile, întrucît nu există aproape nici o îndoială că în regiunile mai uscate ale Africii de sud aceste plante s-au propagat de mii de generații în poziție verticală; și totuși, în toată această perioadă ele și-au păstrat capacitatea înnăscută de a se roti și de a se încolăci spontan ori de cîte ori lăstarii lor s-au alungit în condiții corespunzătoare de viață. Majoritatea speciilor de *Phaseolus* sînt volubile; însă anumite varietăți de *P. multiflorus* produc (Léon, p. 681) două feluri de lăstari, unii verticali și groși, iar alții subțiri și care se încolăcesc. Am văzut exemple izbitoare ale acestui caz curios de variabilitate la fasolea pitică, de seră a lui Fulmer ("Fulmer's dwarf forcing-bean") care uneori produce un singur lăstar lung ce se încolăcește.

Solanum dulcamara este unul din cei mai slabi reprezentanți ai plantelor volubile; ea poate fi adesea văzută crescînd ca o tufă verticală și, atunci cînd crește în mijlocul unui tufăriș, ea se cațără numai în sus printre ramuri, fără a se încolăci; însă, după Dutrochet (vol. XIX, p. 299), atunci cînd crește în apropierea unui suport subțire și flexibil, cum ar fi tulpina unei urzici, ea se încolăcește în jurul acesteia. Am așezat suporturi în jurul mai multor plante și am întins vertical sfori lîngă alte plante; plantele s-au încolăcit numai pe sfori. Tulpina se încolăcește indiferent spre dreapta sau spre stînga. Alte cîteva specii de *Solanum* și ale unui alt gen, anume *Habrothamnus*, aparținînd aceleiași familii, sînt descrise în lucrări horticole ca fiind plante volubile; ele par însă să nu posede

* „Pe solul fertil începe să se ridice cu ajutorul tulpinii ce se încolăcește" (*N. trad.*).

această capacitate decît într-un grad foarte redus. Putem bănui că speciile acestor două genuri nu au dobîndit încă decît parţial obiceiul de a se încolăci. Pe de altă parte, la *Tecoma radicans* — un reprezentant al unei familii în care abundă plantele volubile şi purtătoare de cîrcei şi care se caţără, ca şi edera, cu ajutorul rădăcinilor — putem bănui că a fost pierdut un obicei mai vechi de a se încolăci, deoarece tulpina acestei plante a prezentat mici mişcări neregulate care cu greu se pot explica prin schimbări sub acţiunea luminii. Nu există nici o dificultate în a înţelege cum o plantă volubilă, în spirală, se poate transforma treptat într-o simplă plantă căţărătoare cu ajutorul rădăcinelor; întrucît internodiile de *Bignonia tweedyana* şi de *Hoya carnosa* se rotesc şi se încolăcesc, însă emit de asemenea radicule care aderă de orice suprafaţă corespunzătoare, aşa încît pierderea [capacităţii] de încolăcire nu ar constitui un mare dezavantaj şi în unele privinţe [chiar] un avantaj pentru aceste specii, întrucît ele se urcă în acest caz pe suporturile lor într-o linie mai directă [19].

[19] Fritz Müller a publicat cîteva fapte şi ipoteze interesante asupra structurii lemnului plantelor căţărătoare în „Bot. Zeitung", 1866, p. 57 şi 65.

CAPITOLUL AL II-LEA

PLANTE CARE SE CAȚĂRĂ CU AJUTORUL FRUNZELOR

Plante care se cațără cu ajutorul peţiolurilor sensibile, care se rotesc spontan — *Clematis* — *Tropaeolum* — *Maurandia*, pedunculi florali care se mișcă spontan și sînt sensibili la atingere — *Rhodochiton* — *Lophospermum* — internodii sensibili — *Solanum*, îngroșarea peţiolurilor cățărătoare — *Fumaria* — *Adlumia* — Plante care se cațără cu ajutorul nervurilor lor mediane prelungite — *Gloriosa* — *Flagellaria* — *Nepenthes* — Rezumat asupra plantelor care se cațără cu ajutorul frunzelor.

Ajungem acum la a doua categorie de plante cățărătoare, și anume cele care se urcă cu ajutorul organelor iritabile sau sensibile. Conven̦ional, plantele din această categorie au fost grupate în două subdiviziuni, și anume plante care se cațără cu ajutorul frunzelor sau cele care își men̦in frunzele în stare func̦ională și plante cu cîrcei. Aceste subdiviziuni trec însă treptat dintr-una într-alta, după cum vom vedea la *Corydalis* și la crinul *Gloriosa*.

De mult timp s-a observat că mai multe plante se cațără cu ajutorul frunzelor, fie cu ajutorul peţiolurilor, fie prin nervurile lor mediane prelungite; dar descrierile nu au mers dincolo de acest simplu fapt. Palm și Mohl clasează aceste plante împreună cu cele ce au cîrcei; deoarece însă o frunză este în general un obiect bine definit, clasificaţia de faţă, deși este artificială, are cel puţin oarecare avantaje. De altfel, plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor sînt, în multe privin̦e, intermediare între cele volubile și cele cu cîrcei. Observa̦iile s-au făcut pe opt specii de *Clematis* și șapte de *Tropaeolum*, pentru a vedea amplitudinea deosebirilor în modul de cățărare în cadrul aceluiași gen; și deosebirile sînt considerabile.

CLEMATIS. — C. glandulosa. — Internodiile superioare subțiri se rotesc, mișcîndu-se în contra mersului soarelui, exact ca cele ale unei plante volubile, cu o viteză medie de trei rota̦ii în 3 ore și 48 min. Lăstarul principal s-a înfășurat imediat în jurul unui suport așezat în apropierea lui; însă după ce a executat o spirală deschisă de numai o rotire și jumătate, el s-a urcat drept pe o mică distanță și apoi și-a inversat mersul și s-a încolăcit de două ori în direc̦ie opusă. Acest lucru a devenit posibil prin faptul că por̦iunea dreaptă dintre spiralele opuse a devenit rigidă. Frunzele simple, late, lunguie̦-ovale ale acestei

speciile tropicale cu peţiolurile scurte şi groase nu par decît slab adaptate oricărei mişcări şi, în timp ce planta se înfăşoară în susul unui suport vertical, frunzele nu sînt folosite. Totuşi, dacă peţiolul unei frunze tinere este frecat de cîteva ori în orice parte cu o crenguţă subţire, el se va apleca în decurs de cîteva ore de acea parte, îndreptîndu-se iarăşi ulterior. Partea de dedesubt [a peţiolului] pare cea mai sensibilă; însă sensibilitatea sau iritabilitatea este neînsemnată în comparaţie cu cea pe care o vom întîlni la unele dintre specii; astfel, un ochi de sfoară, cîntărind 106,2 mg şi atîrnînd timp de cîteva zile de un peţiol tînăr, a produs un efect de-abia perceptibil. Se dă aici o schiţă a două frunze tinere care

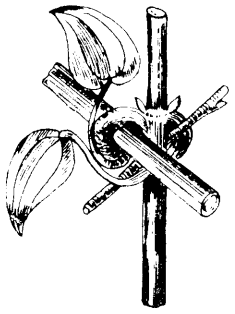


Fig. 1. — *Clematis glandulosa*. Două frunze tinere încolăcind două rămurele; porţiunile care încolăcesc ramurile sînt îngroşate.

s-au prins în mod natural de două ramuri subţiri. Un suport subţire bifurcat, astfel aşezat încît să apese uşor de partea inferioară a unui peţiol tînăr, l-a făcut ca în 12 ore să se aplece mult şi pînă în cele din urmă în aşa măsură încît frunza a trecut de partea opusă a tulpinii; suportul bifurcat fiind îndepărtat, frunza şi-a reluat încet poziţia ei anterioară.

Frunzele tinere îşi schimbă poziţia spontan şi treptat; cînd se dezvoltă pentru prima dată, peţiolurile sînt întoarse şi paralele cu tulpina; apoi ele se apleacă încet în jos, rămînînd scurt timp în unghi drept faţă de tulpină şi apoi se curbează atît de mult în jos, încît limbul frunzei este îndreptat spre pămînt cu vîrful curbat spre interior, şi astfel întregul peţiol şi frunza formează împreună un cîrlig. Ele sînt astfel în măsură să apuce orice suport cu care pot fi aduse în contact prin mişcarea de rotire a internodiilor. Dacă aceasta nu are loc, ele îşi păstrează forma de cîrlig un timp considerabil şi, îndoindu-se apoi în sus, îşi reiau poziţia iniţială îndreptată în sus, care este păstrată ulterior în mod definitiv. Peţiolurile care s-au agăţat de vreun obiect oarecare se îngroaşă şi se întăresc mult, după cum se poate vedea în figură.

Clematis montana. — Cît timp sînt tinere, peţiolurile lungi şi subţiri ale frunzelor sînt sensibile şi dacă sînt frecate uşor se apleacă de partea frecată, ulterior îndreptîndu-se. Ele sînt cu mult mai sensibile decît peţiolurile de *C. glandulosa*; deoarece un laţ de aţă cîntărind 16,2 mg le-a făcut să se aplece; un laţ cîntărind numai 8,1 mg uneori a acţionat, alteori nu. Sensibilitatea se extinde de la limbul foliar la tulpină. Pot afirma aici că am determinat în toate cazurile greutatea sforii şi a aţei folosite, cîntărind cu grijă 125 cm cu un cîntar de laborator, tăind apoi din ele porţiuni de o anumită lungime. Peţiolul principal avea trei foliole însă peţiolurile lor secundare scurte nu sînt sensibile. Un lăstar tînăr înclinat (planta fiind în seră) a executat în 4 ore şi 20 min un cerc mare opus mersului soarelui; însă în ziua următoare, foarte rece, l-a executat în 5 ore şi 10 min. Un suport aşezat în apropierea unei tulpini care se rotea a fost atins curînd de peţiolurile care proeminau în afară în unghi drept şi astfel

mișcarea de rotație a fost oprită. Fiind iritată de atingere, peţiolurile au început apoi să se înfășoare încet în jurul suportului. Atunci cînd suportul era subțire, un peţiol se înfășura uneori de două ori în jurul lui. Frunza opusă nu a fost influențată în nici un fel. Poziția adoptată de către tulpină după ce peţiolul se înfășurase pe suport amintea pe aceea a unui om care stă lîngă o coloană și își petrece orizontal brațul în jurul ei. În privința capacității tulpinii de a se înfășura, se vor face cîteva observații la *C. calycina*.

Clematis sieboldi. — Un lăstar a executat trei rotații în contra soarelui cu viteză medie de 3 ore și 11 min. Capacitatea de înfășurare este asemănătoare cu cea a speciei precedente. Frunzele ei sînt aproape similare ca structură și funcțiune, în afară numai de faptul că peţiolurile secundare ale foliolelor laterale și terminale sînt sensibile. Un ochi de ață cîntărind 8,1 mg a acționat asupra peţiolului principal, însă numai după trecerea a două sau trei zile. Frunzele au obiceiul remarcabil de a se roti spontan, în general în elipse verticale, în același fel, însă într-o mai mică măsură, după cum se va descrie la *C. microphylla*.

Clematis calycina. — Lăstarii tineri sînt subțiri și sensibili: unul s-a rotit, descriind un oval larg în 5 ore și 30 min, iar un altul în 6 ore și 13 min. Ei au urmărit mersul soarelui; însă dacă se observă un timp mai îndelungat, se va constata probabil că mersul variază la această specie ca și la toate celelalte specii ale genului. Ea este mai volubilă decît cele două specii precedente: uneori tulpina s-a rotit de două ori în spirală în jurul unui suport subțire, dacă acesta nu este ramificat; ea se ridică apoi în sus pe o anumită distanță și, inversîndu-și mersul, se rotește o dată sau de două ori în direcție opusă. Această inversare a spiralei a avut loc la toate speciile precedente. Frunzele sînt atît de mici în comparație cu cele ale majorității celorlalte specii, încît la început peţiolurile par prost adaptate pentru cățărare. Totuși, rolul principal al mișcării de rotație este de a le aduce în contact cu obiectele înconjurătoare, care sînt cuprinse încet, dar sigur. Peţiolurile tinere, care numai ele sînt sensibile, au vîrfurile aplecate puțin în jos, așa încît într-o anumită măsură au formă de cîrlig; pînă în cele din urmă, dacă nu reușește să se prindă de ceva, întreaga frunză ia o poziție orizontală. Am frecat delicat cu un beţișor suprafețele inferioare a două peţioluri tinere și în 2 ore și 30 min ele s-au aplecat puțin în jos; la 5 ore după ce a fost frecat, vîrful unuia era complet aplecat înapoi, paralel cu porțiunea bazală; 4 ore mai tîrziu, aproape că se îndreptase. Pentru a arăta cît de sensibile sînt peţiolurile tinere, pot menționa că de-abia am atins părțile inferioare a două peţioluri cu puțină acuarelă, care uscîndu-se a format o coajă extrem de mică și subțire, că aceasta a fost suficientă pentru ca în 24 de ore ambele să se aplece în jos. Atîta timp cît planta este tînără, fiecare frunză constă din trei foliole separate care au peţiolurile de-abia distincte și lipsite de sensibilitate; cînd planta este însă bine dezvoltată, peţiolurile celor două foliole laterale și terminale sînt de o lungime considerabilă și devin sensibile, așa încît sînt capabile să cuprindă un obiect din orice direcție.

Atunci cînd un peţiol cuprinde o rămurică, el suferă unele modificări remarcabile, care se pot observa și la alte specii, însă într-un mod mai puțin pronunțat, și pe care le voi descrie numai aici. În decurs de două sau trei zile, peţiolul agățat se umflă considerabil și pînă în cele din urmă devine aproape de două ori mai gros decît cel opus, care nu a cuprins nimic. Cînd se examinează la microscop secțiuni transversale subțiri ale ambelor peţioluri, deosebirea dintre ele este evidentă; partea din peţiol care a fost în contact cu suportul

este formată dintr-un strat de celule incolore, cu axele lor mai lungi opuse centrului și acestea sînt cu mult mai lungi decît celulele corespunzătoare ale peţiolului opus neschimbat; celulele centrale sînt, de asemenea, mărite într-o oarecare măsură, iar întregul [ţesut] este parţial întărit. De obicei, suprafaţa exterioară capătă un colorit roșu viu. O modificare mult mai mare decît cea care este vizibilă are însă loc în natura ţesuturilor: peţiolul frunzei neagăţate este flexibil și poate fi ușor rupt, în vreme ce acela agăţat dobîndește un grad extraordinar de duritate și rigiditate, așa încît este nevoie de o forţă considerabilă pentru a-l rupe. Prin această modificare se dobîndește probabil o mare durabilitate; cel puţin aceasta este sigur la peţiolurile de *Clematis vitalba*. Semnificaţia acestor modificări este evidentă, anume că peţiolurile pot susţine tulpina ferm și durabil.

Clematis microphylla var. *leptophylla*. — Internodiile lungi și subţiri ale acestei specii australiene se rotesc uneori într-o direcţie, iar alteori într-una opusă, descriind elipse lungi, înguste, neregulate sau cercuri mari. Patru rotaţii au fost executate cu viteza medie de o oră și 51 min fiecare (cu o diferenţă de cinci minute), așa încît această specie se mișcă mai repede decît celelalte ale genului *Clematis*. Atunci cînd sînt puse aproape de un suport vertical, lăstarii fie că se înfășoară în jurul lui, fie că îl cuprind cu porţiunea bazală a peţiolurilor lor. Atîta timp cît sînt tinere, frunzele au aproape aceeași formă ca cele de *C. viticella* și acţionează ca un cîrlig, după cum se va descrie la acea specie. Foliolele sînt însă mai divizate și, atîta timp cît este tînăr, fiecare segment se termină cu un vîrf rigid mult aplecat în jos și spre interior; așa încît frunza întreagă prinde ușor orice obiect învecinat. Laţuri de aţă cîntărind 8,1 mg sau chiar 4,05 mg acţionează asupra peţiolurilor foliolelor terminale tinere. Porţiunea bazală a peţiolului principal este mult mai puţin sensibilă, totuși ea cuprinde suportul de care se strînge.

Atîta timp cît sînt tinere, frunzele se mișcă încet, încontinuu și spontan. Un clopot de sticlă a fost așezat peste un lăstar fixat de un suport și mișcările frunzelor au fost înregistrate pe el în decurs de mai multe zile. În general se forma o linie neregulată; însă într-o zi, în decurs de opt ore și trei sferturi, figura reprezenta în mod clar trei elipse și jumătate neregulate, cea mai perfectă dintre ele fiind executată în 2 ore și 35 min. Cele două frunze opuse s-au mișcat independent una de alta. Această mișcare a frunzelor ar ajuta pe cea a internodiilor pentru a aduce peţiolurile în contact cu obiectele înconjurătoare. Am descoperit această mișcare prea tîrziu pentru a o putea observa la celelalte specii; însă prin analogie, nu există aproape nici o îndoială că frunzele cel puţin de *C. viticella*, *C. flammula* și *C. vitalba* se mișcă spontan; și judecînd după *C. sieboldi*, același lucru este probabil și la *C. montana* și *C. calycina*. Am constatat că frunzele simple de *C. glandulosa* nu au prezentat nici o mișcare spontană de rotaţie.

Clematis viticella var. *venosa*. — La această specie și la următoarele două, capacitatea de a se înfășura în spirală este complet pierdută și aceasta pare să se datoreze flexibilităţii reduse a internodiilor și piedicii reprezentată prin marea dimensiune a frunzelor. Însă, deși restrînsă, mișcarea de rotaţie nu este pierdută. La specia de faţă, un internod tînăr pus în faţa unei ferestre a executat trei eclipse înguste, perpendicular faţă de direcţia luminii, cu o viteză medie de 2 ore și 40 min. Cînd a fost astfel așezată încît mișcările erau spre și dinspre lumină, viteza a fost considerabil accelerată într-o jumătate a cursei și întîrziată în cealaltă jumătate, ca la plantele volubile. Elipsele erau mici; diametrul mai lung, descris de vîrful unui lăstar purtînd o pereche de frunze nedesfăcute,

era de numai 11,56 cm, iar cel executat de vîrful penultimului internodiu de numai 2,9 cm. Chiar în cea mai favorabilă perioadă de creștere, fiecare frunză cu greu se poate mișca înainte și înapoi sub influența mișcării internodiilor cu mai mult de 5 sau 7,5 cm, însă, după cum s-a afirmat mai sus, este probabil că însăși frunzele să se miște spontan. Mișcarea întregului lăstar [cauzată] de vînt și de creșterea sa rapidă este probabil aproape tot atît de eficientă în a aduce peţiolurile în contact cu obiectele înconjurătoare ca și aceste mișcări spontane.

Frunzele [plantei descrise] au dimensiuni mari. Fiecare posedă cîte trei perechi de foliole laterale și una terminală, fiecare susținută de peţioluri secundare relativ lungi. Peţiolul principal se apleacă în jos în unghi la fiecare punct de unde iese o pereche de foliole (fig. 2), iar peţiolul foliolei terminale este aplecat în jos în unghi drept; ca urmare, întregul peţiol cu extremitatea sa aplecată în unghi drept acţionează ca un cîrlig. Peţiolurile laterale fiind îndreptate puţin în sus, acest cîrlig formează un excelent dispozitiv de agăţat cu ajutorul căruia frunzele se încurcă ușor cu obiecte înconjurătoare. Dacă ele nu prind nimic, pînă în cele din urmă întregul peţiol crește drept. Peţiolul principal, peţiolurile secundare și cele trei ramuri în care de obicei se subîmparte fiecare peţiol secundar bazilateral, sînt toate sensibile. Porţiunea bazală a peţiolului principal, dintre tulpină și prima pereche de foliole, este mai puţin sensibilă decît restul; ea cuprinde, totuși, un suport cu care este lăsată în contact. Suprafaţa inferioară a porţiunii terminale aplecată în unghi drept (purtînd foliola terminală), care formează partea inferioară a capătului cîrligului, este partea cea mai sensibilă; și această porţiune este evident cea mai bine adaptată pentru a prinde un suport îndepărtat. Pentru a arăta deosebirea de sensibilitate, am așezat cu atenţie laţuri de sfoară de aceeași greutate (într-un caz cîntărind 53,14 mg) pe cele mai multe peţioluri secundare laterale și pe cel terminal; în cîteva ore acesta din urmă se aplecase, însă după 24 de ore nici un efect nu se produsese asupra celorlalte peţioluri secundare. De asemenea, un peţiol secundar terminal pus în contact cu un suport subţire s-a aplecat sensibil în 45 de minute, iar într-o oră și 45 min s-a deplasat cu 90°, pe cînd un peţiol secundar lateral nu s-a aplecat vizibil decît după trecerea a 3 ore și 30 min. În toate cazurile, dacă suporturile sînt îndepărtate, peţiolurile continuă să se miște timp de multe ore; același lucru are loc după o ușoară frecare; ele se îndreaptă însă iarăși după un interval de aproximativ o zi, adică dacă curbura nu a fost foarte mare sau îndelung continuată.

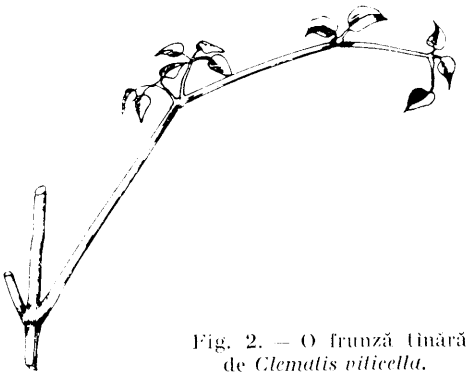


Fig. 2. — O frunză tînără de *Clematis viticella*.

Deosebirea treptată în extinderea sensibilităţii în peţiolurile speciilor descrise mai sus merită atenţie. La *C. montana* ea este limitată la peţiolul principal și nu s-a extins la peţiolurile secundare ale celor trei foliole; la fel este la plantele tinere de *C. calycina*, însă la plante mai bătrîne sensibilitatea se extinde și la cele trei peţioluri secundare. La *C. viticella* sensibilitatea s-a extins la peţiolurile celor șapte foliole și la subdiviziunile peţiolurilor secundare bazilaterale. Însă la această din urmă specie ea s-a micșorat în partea bazală a peţiolului principal, la *C. montana*; adică tocmai în partea în care este concentrată totodată ea sporește în porţiunea terminală îndoită în unghi drept.

Clematis flammula. — Cînd lăstarii relativ groși, drepți și rigizi cresc viguros primăvara, ei execută mici rotații ovale, mișcîndu-se după soare. Patru rotații au fost executate cu o viteză medie de 3 ore și 45 min. Axa mai lungă a ovalului descris de vîrful extrem era îndreptată în unghi drept față de linia ce unește frunzele opuse; într-unul din cazuri era lungă de numai 3,44 cm, iar într-altul de 4,38 cm; așa încît frunzele tinere s-au mișcat pe o distanță foarte mică. Lăstarii aceleiași plante observate la mijlocul verii, atunci cînd nu creșteau atît de repede, nu s-au rotit de loc. Am tăiat o altă plantă la începutul verii, așa încît la 1 august ea formase noi lăstari moderat de viguroși; cînd aceștia au fost observați sub un glob de sticlă, în unele zile erau complet staționari, iar în alte zile se mișcau într-o parte sau în alta numai cu aproximativ 0,312 cm. În consecință, la această specie, capacitatea de rotire este mult redusă, iar în condiții defavorabile ea este complet pierdută. Pentru ca lăstarul să vină în contact cu obiectele înconjurătoare, el trebuie să depindă de mișcarea spontană probabilă, deși nu constatată, a frunzelor, de creșterea rapidă și de mișcarea [provocată] de vînt. De aici rezultă, poate, că pețiolurile au dobîndit un asemenea grad de sensibilitate drept compensație pentru capacitatea redusă de mișcare a lăstarilor.

Pețiolurile sînt aplecate în jos și au aceeași formă generală de cîrlig ca la *C. viticella.* Pețiolul median și pețiolurile secundare laterale sînt sensibile, mai ales porțiunea terminală mult aplecată. Deoarece sensibilitatea este mai mare aici decît la oricare altă specie a genului observată de mine și este remarcabilă prin ea însăși, voi da detalii mai complete. Atunci cînd pețiolurile sînt atît de tinere încît nu se separaseră unele de altele, ele nu sînt sensibile; cînd limbul unei foliole a crescut pînă la lungimea de 0,61 cm (adică o șesime din dimensiunea completă), sensibilitatea este cea mai mare; însă în această perioadă pețiolurile sînt relativ mult mai dezvoltate decît limburile frunzelor. Pețiolurile pe deplin dezvoltate nu sînt cîtuși de puțin sensibile. Un suport subțire astfel așezat încît să apese ușor pe un pețiol avînd o foliolă lungă de 0,61 cm a făcut ca pețiolul să se aplece în 3 ore și 15 min. Într-un alt caz un pețiol s-a încolăcit complet în jurul unui suport în 12 ore. Aceste pețioluri au fost lăsate încolăcite timp de 24 de ore și suporturile au fost apoi îndepărtate; însă ele nu s-au mai îndreptat. Am luat un suport mai subțire decît pețiolul și am frecat cu el, ușor, mai multe pețioluri, de patru ori în sus și în jos; într-o oră și 45 min acestea s-au încovoiat puțin; timp de cîteva ore curbura a sporit și apoi a început să scadă, însă după 25 de ore de cînd fusese frecat pețiolul mai rămăsese urma unei curburi. Alte cîteva pețioluri, frecate în același fel de două ori, adică o dată în sus și o dată în jos, s-au aplecat vizibil în aproximativ 2 ore și 30 min, pețiolul secundar terminal mișcîndu-se mai mult decît pețiolurile secundare laterale; toate s-au îndreptat iar după 12 și 14 ore. În sfîrșit, o porțiune lungă de 0,156 cm dintr-un pețiol secundar a fost ușor frecată numai o dată cu același bețișor, în 3 ore s-a aplecat puțin și a rămas astfel timp de 11 ore, însă dimineața următoare era complet îndreptat.

Observațiile următoare sînt mai precise. După ce am încercat bucăți mai grele de sfoară și de ață, am pus un laț de sfoară subțire cîntărind 67,4 mg pe un pețiol secundar terminal; în 6 ore și 40 min se putea vedea o curbură; în 24 de ore pețiolul forma un inel deschis în jurul sforii; în 48 de ore inelul aproape că se închisese în jurul sforii; în 72 de ore a apucat-o atît de strîns, încît a fost nevoie de un oarecare efort pentru a o scoate. Un laț cîntărind 33,7 mg a

făcut ca un peţiol secundar lateral să se aplece de-abia perceptibil după 14 ore, iar în 24 de ore el s-a deplasat cu 90°. Aceste observaţii au fost făcute în timpul verii; cele următoare au fost făcute primăvara, cînd peţiolurile par mai sensibile: un laţ de aţă cîntărind 8,1 mg nu a produs nici un efect asupra peţiolurilor secundare laterale, însă pus pe unul terminal l-a făcut, după 24 de ore, să se curbeze moderat; după 48 de ore, deşi laţul a rămas suspendat, curbura s-a micşorat, însă nu a dispărut, dovedind că peţiolul se obişnuise parţial cu stimulul insuficient. Experienţa a fost repetată de două ori, cu aproape acelaşi rezultat. În sfîrşit, un laţ de aţă cîntărind numai 4,05 mg a fost pus delicat de două ori cu o pensă pe un peţiol secundar terminal (planta fiind desigur într-o cameră liniştită şi închisă) şi această greutate a provocat o aplecare, care s-a accentuat foarte încet pînă ce peţiolul s-a deplasat cu aproape 90°; dincolo de această limită el nu s-a mişcat; dar atît timp cît laţul de aţă a rămas pe el, peţiolul nu s-a îndreptat complet.

Dacă avem în vedere, pe de o parte, grosimea şi rigiditatea peţiolurilor, iar pe de alta, cît de subţire şi moale este o aţă de bumbac şi cît de mică este greutatea ei egală cu 4,05 mg, aceste fapte sînt remarcabile. Am însă motive să cred că chiar o greutate şi mai mică provoacă curbare, atunci cînd apasă pe o suprafaţă mai mare decît cea pe care acţionează un fir de aţă. Deoarece am observat că un capăt al unei sfori suspendate care a atins în mod întîmplător un peţiol l-a făcut să se aplece, am luat două bucăţi de şnur subţire, lungi de 25 cm (cîntărind 1,64 g) şi, legîndu-le de un suport, le-am lăsat să atîrne aproape vertical în jos cît le permitea grosimea lor mică şi forma lor sinuoasă, după ce au fost întinse; am aşezat apoi atent capetele lor, astfel încît de-abia să se rezeme în mod sigur pe două peţioluri şi ele s-au îndoit după 36 de ore. Unul din capete a atins unghiul dintre un peţiol secundar terminal şi unul lateral şi în 48 de ore a fost prins între ele ca într-o pensă. În aceste cazuri, cu toate că presiunea era extinsă pe o suprafaţă mai largă decît cea atinsă de un fir de aţă, ea trebuie să fi fost extrem de mică.

Clematis vitalba. — Plantele erau în ghivece şi nu prea sănătoase, aşa încît nu îndrăznesc să am încredere în observaţiile mele, care indică o mare asemănare de obiceiuri cu *C. flammula*. Menţionez această specie pentru că am văzut multe dovezi de peţioluri care în stare naturală se mişcă sub influenţa unei apăsări foarte uşoare. Le-am găsit, de exemplu, cuprinzînd fire subţiri şi veştede de iarbă, frunze mai tinere de arţar şi pedunculi florali de *Briza*. Aceştia din urmă sînt groşi ca un fir din barba omului, însă ei erau complet înconjuraţi şi strînşi [de peţiolurile] frunzelor de *C. vitalba*. Peţiolurile unei frunze atît de tinere încît nici una din foliole nu erau desfăcute au cuprins parţial un suport. Peţiolurile aproape ale tuturor frunzelor bătrîne, chiar cînd nu sînt fixate de vreun obiect, sînt foarte răsucite; aceasta se datoreşte însă faptului de a fi ajuns, pe cînd erau încă tinere, timp de mai multe ore, în contact cu un obiect oarecare, care ulterior a fost îndepărtat. La nici una din speciile descrise mai sus, cultivate în ghivece şi observate cu grijă, nu a existat vreo aplecare a peţiolurilor fără stimulul atingerii. Iarna limburile frunzelor de *C. vitalba* cad; însă peţiolurile (după observaţiile lui Mohl) rămîn fixate de ramuri, uneori timp de doi ani; şi, fiind sinuoase, ele seamănă cu cîrcei adevăraţi, ca cei ai genului înrudit *Naravelia*. Peţiolurile care cuprind vreun obiect devin mult mai rigide, dure şi netede decît cele care dau greş în funcţia lor firească.

TROPAEOLUM. — Am observat următoarele specii: *T. tricolorum*, *T. azureum*, *P. pentaphyllum*, *T. peregrinum*, *T. elegans*, *T. tuberosum* și o varietate pitică după cum cred, *T. minus*.

Tropaeolum tricolorum var. *grandiflorum.* — Lăstarii flexibili care ies la început din tuberculi sînt subțiri ca o sforicică. Un asemenea lăstar s-a rotit într-un mers opus celui al soarelui, cu o viteză medie, judecînd după trei rotații într-o oră și 23 min; însă fără îndoială că direcția mișcării de rotire este variabilă. Cînd plantele au crescut înalte și au ramuri, toți numeroșii lăstari laterali se rotesc. Atît cît este tînără, tulpina se înfășoară regulat în jurul unui suport vertical subțire și, într-un caz, am numărat opt rotații spirale în aceeași direcție; însă cînd îmbătrînește tulpina se urcă adesea drept în sus pe o distanță oarecare și, fiind oprită de pețiolurile agățate, execută o spirală sau două într-o direcție inversă față de cea inițială. Cît timp planta nu ajunge la o înălțime de 60 sau 90 cm, ceea ce necesită aproximativ o lună de cînd primul lăstar a apărut la suprafața solului, nu apar frunze adevărate, însă în locul lor apar filamente de culoarea tulpinii. Extremitățile acestor filamente sînt ascuțite, puțin turtite și brăzdate pe suprafața superioară. Ele nu se transformă niciodată în frunze. Pe măsură ce planta crește în înălțime, apar noi filamente cu vîrfuri puțin lățite; apoi altele, avînd de fiecare parte a vîrfului median lățit cîte un segment foliar rudimentar; curînd apar alte segmente și, în fine, se formează o frunză perfectă, divizată în șapte segmente adînci. Așa încît pe aceeași plantă putem vedea fiecare stadiu, de la filamente în formă de cîrcei pînă la frunze perfecte cu pețioluri cățărătoare. După ce planta a crescut pînă la o mare înălțime și este fixată de suportul său prin pețiolurile frunzelor adevărate, filamentele cățărătoare de pe partea inferioară a tulpinii se veștejesc și cad; așa încît ele nu execută decît un serviciu temporar. Atîta timp cît sînt tinere, aceste filamente sau frunze rudimentare, precum și pețiolurile frunzelor perfecte sînt foarte sensibile la atingere din orice parte. Cea mai ușoară frecare le face să se aplece în circa trei minute de partea frecată, iar un filament s-a curbat în formă de inel în șase minute; ulterior ele s-au îndreptat. Totuși, o dată ce cuprindeau complet un suport, ele nu se mai îndreptau dacă acesta era îndepărtat. Faptul cel mai remarcabil și pe care nu l-am observat la nici o altă specie a genului este că filamentele și pețiolurile frunzelor tinere, dacă nu prind nici un obiect, după ce stau cîteva zile în poziția lor inițială, oscilează încet și spontan dintr-o parte într-alta și apoi se mișcă spre tulpină și o cuprind. După cîtva timp, și ele se strîng adesea în spirală într-un grad oarecare. De aceea, ele merită pe deplin să fie numite cîrcei, deoarece servesc pentru a se cățăra, sînt sensibile la atingere, se mișcă spontan și, în cele din urmă, se contractă în spirală, deși imperfect. Specia de față ar fi fost clasată printre plante cu cîrcei, dacă aceste caractere nu ar fi fost limitate la prima tinerețe. La maturitate, ea este o adevărată plantă cățărătoare cu ajutorul frunzei.

Tropaeolum azureum. — Un internod superior a executat patru rotații în sensul soarelui, cu viteza medie de o oră și 47 min. Tulpina s-a înfășurat spiralat în jurul unui suport în același mod neregulat ca și la specia anterioară. Nu există frunze rudimentare sau filamente. Pețiolurile frunzelor tinere sînt foarte sensibile: o singură frecare ușoară cu un bețișor a făcut ca una să se miște perceptibil după 5 min, iar alta după 6 min. Prima s-a aplecat în unghi drept după 15 min și s-a îndreptat iarăși după 5—6 ore. Un ochi de ață cîntărind 8,1 mg a făcut ca un alt pețiol să se aplece.

Tropaeolum pentaphyllum. — Această specie nu are capacitatea de a se înfășura spiralat, ceea ce se datorează nu atît lipsei de flexibilitate a tulpinii, cît interferenței încontinuie din partea peţiolurilor cățărătoare. Un internodiu superior a executat trei rotații în sensul soarelui, cu o viteză medie de o oră și 46 min. Scopul principal al mișcării de rotație la toate speciile de *Tropaeolum* este evident de a aduce peţiolurile în contact cu un obiect susținător oarecare. Peţiolul unei frunze tinere s-a aplecat după 6 min, în urma unor ușoare frecări; o alta, pe o zi rece, după 20 min, iar altele după 8—10 min. De obicei, curbarea lor a sporit considerabil în 15—20 min și s-au îndreptat iarăși în 5—6 ore, într-un caz însă, în 3 ore. Dacă un peţiol a cuprins bine un suport, el nu se poate îndrepta după îndepărtarea acestuia. Dacă baza unui peţiol a cuprins un suport, partea sa superioară mai păstrează încă capacitatea de mișcare. Un lat de ață cîntărind 8,1 mg a făcut ca un peţiol să se aplece; deși latul atîrna tot timpul, stimulul a fost insuficient pentru a determina o încovoiere permanentă. Dacă un lat mult mai greu atîrnă în unghiul dintre peţiol și tulpină, el nu produce nici un efect; în vreme ce la *Clematis montana* am văzut că unghiul dintre tulpină și peţiol este sensibil.

Tropaeolum peregrinum. — Internodiile ce se formează la primele plante tinere nu se rotesc, amintind în această privință internodiile unei plante volubile. La o plantă mai bătrînă, cele patru internodii superioare au executat trei rotații neregulate în sens opus soarelui, cu o viteză medie de o oră și 48 min. Se remarcă faptul că viteza medie a rotației (calculată însă numai pe baza cîtorva observații) este la această specie foarte apropiată de cele două specii precedente, și anume o oră și 47 min, o oră și 46 min și o oră și 48 min. Specia de față nu se poate înfășura spiralat, ceea ce pare să se datoreze mai ales rigidității tulpinii. La o plantă foarte tînără care nu se rotea, peţiolurile nu erau sensibile. La plante mai bătrîne, peţiolurile frunzelor foarte tinere cît și frunzele cu un diametru de 6,125 cm sînt sensibile. O frecare moderată a făcut ca una din ele să se curbeze după 10 minute, iar altele după 20 de minute. Frunzele s-au îndreptat într-un interval de 5 ore și 45 min pînă la 8 ore. Peţiolurile care au venit natural în contact cu un suport se rotesc cîteodată de două ori în jurul lui. După ce s-au agățat de un suport, ele devin rigide și dure. Ele sînt mai puțin sensibile la acțiunea unei greutăți decît speciile precedente, deoarece laturi de sfoară cîntărind 53,14 mg nu au provocat vreo curbare, însă un lat avînd o greutate dublă (106,28 mg) a avut un efect.

Tropaeolum elegans. — Nu am făcut multe observații asupra acestei specii. Internodiile scurte și rigide se rotesc neregulat, descriind mici figuri ovale. Un oval a fost completat în 3 ore. Atunci cînd a fost frecat, un peţiol tînăr s-a curbat puțin după 17 minute, iar ulterior mult mai mult. El se îndreptase iarăși aproape complet după 8 ore.

Tropaeolum tuberosum. — Pe o plantă înaltă de 22,5 cm internodiile nu s-au mișcat de loc; însă pe o plantă mai bătrînă ei s-au mișcat neregulat și au executat mici ovale imperfecte. Aceste mișcări au putut fi detectate numai prin faptul că sînt înregistrate pe un clopot de sticlă așezat deasupra plantei. Uneori lăstarii au rămas nemișcați ore întregi; în unele zile ei s-au mișcat numai într-o direcție în linie întortochiată; în alte zile au executat mici spirale sau cercuri neregulate, unul fiind completat în circa 4 ore. Punctele extreme atinse de vîrful lăstarului erau îndepărtate cu 3,75 cm între ele; totuși această ușoară mișcare a adus peţiolurile în contact cu cîteva beţișoare așezate în jurul lor, de care s-au

și agățat. O dată cu scăderea capacității de rotire spontană, a scăzut și sensibilitatea pețiolurilor în comparație cu cea a speciilor precedente. Cînd acestea au fost frecate de cîteva ori, ele nu s-au curbat decît după o jumătate de oră, curbarea mărindu-se în următoarele două ore, după care ea s-a micșorat foarte încet; așa încît uneori pețiolurile au necesitat 24 de ore pentru a se îndrepta din nou. Frunzele extrem de tinere au pețioluri active; astfel, un pețiol avînd limbul cu diametrul de numai 0,375 cm, adică $\frac{1}{20}$ din dimensiunea deplină, s-a agățat puternic de un băț subțire. Uneori și frunzele ajunse la un sfert din dimensiunea deplină pot de asemenea să devină active.

Tropaeolum minus (?). — Internodiile unei varietăți numită „Nasturtium pitic purpuriu" („Dwarf crimson Nasturtium") nu se rotea, ci se mișca într-un mers puțin neregulat, ziua înspre lumină și noaptea în partea opusă luminii. Cînd erau bine frecate, pețiolurile nu prezentau nici o capacitate de curbare; și nici nu am putut vedea dacă cuprindeau vreodată vreun obiect învecinat. La acest gen am văzut o gradație de la specii ca *T. tricolorum*, care au pețioluri extrem de sensibile și internodii care se rotesc rapid și se înfășoară spiralat în sus pe un suport, pînă la alte specii ca *T. elegans* și *T. tuberosum*, ale căror pețioluri sînt mult mai puțin sensibile, iar internodiile au o capacitate foarte slabă de rotire și nu se pot înfășura spiralat în jurul unui suport și, în sfîrșit, pînă la această din urmă specie (*T. minus*) care a pierdut complet aceste facultăți sau nu le-a dobîndit niciodată. Avînd în vedere caracterele generale ale genului, pare mai probabil că este vorba de pierderea acestei capacități.

La speciile de față, la *T. elegans* și probabil și la altele, pedunculul floral se apleacă spontan brusc în jos și se răsucește puțin, de îndată ce capsula începe să se umfle. Dacă în drumul pedunculului floral se găsește un suport, acesta este cuprins într-o oarecare măsură, însă, în măsura în care am putut observa, această mișcare de cuprindere este independentă de stimulul de contact.

ANTIRRHINEAE. — În acest trib (Lindley) de *Scrophulariaceae*, cel puțin patru din cele șapte genuri ale tribului au specii care se cațără cu ajutorul frunzelor.

Maurandia barclayana. — Un lăstar subțire, puțin aplecat, a executat două rotații în sensul soarelui, fiecare în 3 ore și 17 min, în ziua precedentă același lăstar s-a rotit în direcție contrară. Lăstarii nu se înfășoară în spirală, și se cațără foarte bine cu ajutorul pețiolurilor lor tinere și sensibile. Cînd sînt ușor frecate, aceste pețioluri se mișcă după mult timp și apoi se îndreaptă iarăși. Un lat de ață cîntărind 8,1 mg le-a făcut să se aplece.

Maurandia semperflorens. — Această specie care crește liber se cațără exact ca cea precedentă, cu ajutorul pețiolurilor ei sensibile. Un internod tînăr a executat două cercuri, fiecare în cîte o oră și 46 min; așa încît el s-a mișcat aproape de două ori mai repede decît la specia precedentă. Internodiile nu sînt cîtuși de puțin sensibile la atingere sau apăsare. Menționez aceasta, întrucît ele sînt sensibile la un gen îndeaproape înrudit, și anume la *Lophospermum*. Într-o privință, specia de față este unică. Mohl afirmă (p. 45) că „pedunculii florali ca și pețiolurile se înfășoară ca și cîrceii"; însă el consideră drept cîrcei părți ca pedunculii florali spiralați de *Vallisneria*. Această observație și faptul că pedunculii florali sînt evident sinuoși m-au făcut să-i examinez cu grijă. Ei nu acționează niciodată ca niște cîrcei adevărați; am pus în mod repetat bețișoare subțiri în contact cu pedunculi tineri și bătrîni și am lăsat nouă plante viguroase să crească printr-o

masă încîlcită de ramuri; însă nici una nu s-a înfășurat în jurul vreunui obiect. Este de fapt extrem de puțin probabil ca aceasta să se întîmple, deoarece în general pedunculii florali se dezvoltă pe ramuri care cuprinseseră bine suportul cu ajutorul peţiolurilor frunzelor lor; atunci cînd sînt pe o ramură atîrnînd liber, pedunculii florali nu se formează din porțiunea terminală a internodiului, singura capabilă de a se roti; așa încît ei nu puteau fi puși în contact cu vreun obiect învecinat decît în mod accidental. Totuși (și aceasta este faptul remarcabil), pedunculii florali atîta timp cît sînt tineri prezintă o capacitate slabă de rotire și sînt puțin sensibili la atingere. După ce am ales cîteva tulpini care cuprinseseră puternic un suport cu peţiolurile lor, și după ce le-am acoperit cu un clopot de sticlă, am înregistrat mișcările pedunculilor florali tineri. În general, desenul a format o linie scurtă, extrem de neregulată, cu mici bucle în traseul ei. Un peduncul tînăr lung de 3,75 cm a fost observat cu grijă timp de o zi întreagă și a executat patru și jumătate elipse scurte, înguste, verticale, neregulate, fiecare cu o viteză medie de circa 2 ore și 25 min. Un peduncul învecinat a descris în același timp elipse similare, însă mai puține. Deoarece planta ocupase cîtva timp exact aceeași poziție, aceste mișcări nu au putut fi atribuite vreunei modificări în acțiunea luminii. Pedunculii, destul de bătrîni pentru ca petalele colorate să fie de-abia vizibile, nu se mișcă. În privința iritabilității [1], am frecat foarte ușor cu un beţișor doi pedunculi tineri (lungi de 3,75 cm) de cîteva ori; unul pe partea superioară, iar celălalt pe partea inferioară și după 4—5 ore ei s-au aplecat spre aceste părți; ulterior, după 24 de ore, ei s-au îndreptat. A doua zi ei au fost frecați pe părțile opuse și s-au aplecat evident spre aceste părți. Alți doi pedunculi mai tineri (lungi de 1,8 cm) au fost frecați ușor pe părțile lor aflate față în față și s-au curbat atît de mult unul spre celălalt, încît arcurile formau aproape un unghi drept cu direcția lor inițială și aceasta a fost cea mai mare mișcare pe care am văzut-o. Ulterior ei s-au îndreptat. Alți pedunculi, atît de tineri încît nu aveau decît 0,75 cm, s-au aplecat cînd au fost frecați. Pe de altă parte, pedunculi lungi de peste 3,75 cm au fost frecați de 2—3 ori și de-abia atunci s-au aplecat perceptibil. Laţuri de ață suspendate de pedunculi nu au produs nici un efect; laţuri de sfoară cîntărind 53,14 mm și 106,38 mg au provocat uneori o ușoară curbare; însă niciodată nu erau atît de strîns înfășurate ca aţurile de ață mult mai ușoare cuprinse de peţiolurile frunzelor.

Este sigur că la cele nouă plante viguroase observate de mine, nici ușoarele mișcări spontane și nici slaba sensibilitate a pedunculilor florali nu au ajutat plantele să se cațere. Dacă vreun reprezentant al *Scrophulariaceae*-lor ar fi avut încrei produși de modificarea pedunculilor florali, ne-am fi gîndit poate că această pecie de *Maurandia* își păstrează un vestigiu inutil sau rudimentar al unui obicei nterior; însă această ipoteză nu putea fi susținută. Putem bănui că, datorită rincipiului corelației, capacitatea de mișcare a fost transferată de la internodiile inere la pedunculii florali, iar sensibilitatea de la peţiolurile tinere. Însă, oricărei auze s-ar datora aceste capacități, cazul este interesant deoarece printr-o mică ntensificare a acestor capacități, pedunculii florali, prin selecție naturală, ar fi utut deveni tot atît de utili plantei la cățărat, după cum sînt pedunculii florali are vor fi descriși ulterior) de *Vitis* sau *Cardiospermum*.

Rhodochiton volubile. — Un lăstar lung și flexibil a executat în 5 ore și 0 min un cerc larg, în sensul soarelui; și pe măsură ce ziua se încălzea, un al doilea

[1] Din observațiile interesante ale lui A. Kerner rezultă că pedunculii florali al unui mare număr de plante sînt iritabili și se apleacă atunci cînd erau frecați sau scuturați: *Die Schutzmittel des Pollens*, 1873, p. 34.

cerc a fost executat în 4 ore și 15 min. Lăstarii execută uneori o spirală sau o jumătate de spirală în jurul unui suport vertical, apoi se urcă drept în sus pe o distanță și se întorc spiralat în direcție opusă. Pețiolurile unor frunze foarte tinere de circa o zecime din dimensiunea lor deplină sînt foarte sensibile și se apleacă înspre partea care este atinsă; însă ele nu se mișcă repede. Unul s-a aplecat perceptibil la o oră și 10 minute după ce a fost frecat ușor și s-a aplecat considerabil în 5 ore și 40 min, altele de-abia s-au aplecat în 5 ore și 30 min, însă distinct în 6 ore și 30 min. O curbare a fost perceptibilă la un pețiol între 4 ore și 30 min și 5 ore, după suspendarea unui mic lanț de sfoară. Un lanț de ață subțire, cîntărind 4,05 mg, nu numai că a provocat aplecarea ușoară a unui pețiol, ci pînă în cele din urmă s-a cățărat atît de tare, încît nu a putut fi retras decît cu oarecare efort. Atunci cînd vin în contact cu un suport, pețiolurile îl înfășoară o dată complet sau numai pe jumătate și, pînă la sfîrșit, devin mult mai groase. Ele nu au capacitatea de a se roti spontan.

Lophospermum scandens var. *purpureum*. — Cîteva internodii lungi, moderat de subțiri, s-au rotit de patru ori cu o viteză medie de 3,15 ore. Mersul urmat a fost foarte neregulat, și anume o elipsă extrem de îngustă, un cerc larg, o spirală neregulată sau o linie în zigzag; uneori vîrful stătea nemișcat. Pețiolurile tinere venind în contact cu diverse suporturi în timpul mișcării de rotație le-au cuprins și curînd s-au îngroșat mult. Ele nu sînt însă chiar atît de sensibile la acțiunea greutății ca pețiolurile de *Rhodochiton*, întrucît ochiurile de ață cîntărind 8,1 mg nu le-au făcut întotdeauna să se aplece.

Această plantă reprezintă un exemplu pe care nu l-am observat la vreo altă plantă cățărătoare cu ajutorul frunzelor sau volubilă [2], și anume că internodiile tinere ale tulpinii sînt sensibile la atingere. Cînd un pețiol al acestei specii se cațără pe un suport, el trage baza internodului spre suport și apoi internodul însăși se apleacă spre acesta care este prins între tulpină și pețiol ca într-un clește. Ulterior internodiile se îndreaptă în afara părții care este chiar în contact cu suportul. Numai internodiile tinere sînt sensibile, și anume pe toate părțile și pe toată lungimea lor. Am făcut 15 încercări frecînd ușor de două sau trei ori cu un bețișor mai multe internodii; și în circa 2 ore, și într-un caz în 3 ore, toate s-au aplecat; ulterior ele s-au îndreptat iar în circa 4 ore. Un internod care a fost frecat chiar de șase sau șapte ori, s-a aplecat de-abia perceptibil după o oră și 15 min, iar în 3 ore curbarea a sporit mult; ele s-au îndreptat din nou în cursul nopții următoare. Într-o zi am frecat cîteva internodii pe una din părți, iar în ziua următoare pe partea opusă sau în unghi drept față de prima parte; și curbarea a fost mereu înspre partea frecată.

După Palm (p. 63), pețiolurile de *Linaria cirrhosa* și, într-o măsură limitată, cele de *L. elatine* au capacitatea de a se cățăra pe un suport.

SOLANACEAE. — *Solanum jasminoides*. — Unele dintre speciile acestui mare gen sînt volubile; cel de față este însă o adevărată plantă cățărătoare cu ajutorul frunzelor. Un lăstar lung, aproape drept, a executat patru rotații, mișcîndu-se foarte regulat în contra mișcării soarelui cu o viteză medie de 3 ore și 26 min. Uneori însă lăstarii stau nemișcați. Ea este considerată o plantă de seră rece; însă ținută într-o astfel de seră, au fost necesare mai multe zile pentru ca

[2] M-am referit mai sus la cazul tulpinii volubile de cuscută, care, după Hugo de Vries (*ibidem*, p. 322), la atingere este sensibilă ca un cîrcel.

peţiolurile lor să se caţere pe un suport; în sera caldă s-au căţărat pe un suport în 7 ore. În sera rece, un peţiol nu a fost influenţat de un ochi de sfoară suspendat timp de mai multe zile şi cîntărind 163 mg; însă în sera caldă un peţiol s-a îndoit sub acţiunea unui ochi cîntărind 106,27 mg şi îndepărtînd sfoara el s-a îndreptat iarăşi. Un alt peţiol nu a fost influenţat de loc de un ochi cîntărind numai 53,14 mg. Am văzut că peţiolurile altor cîteva plante căţărătoare cu ajutorul frunzelor sînt influenţate de a treisprezecea parte din ultima greutate (4,09 mg). La această specie, o frunză pe deplin dezvoltată este capabilă să se caţere pe un suport, fapt pe care nu l-am văzut la nici o altă plantă căţărătoare; însă, în sera rece, mişcarea era atît de înceată încît a necesitat mai multe săptămîni; în fiecare săptămînă succesivă devenea clar că peţiolul se apleca din ce în ce mai mult, pînă ce în cele din urmă a cuprins strîns suportul. Peţiolul flexibil al unei frunze ajunsă la jumătatea sau la un sfert din mărimea ei, şi care a cuprins un obiect timp de trei sau patru zile, se îngroaşă mult şi după cîteva săptămîni devine atît de uimitor de tare şi rigid încît aproape că nu poate fi îndepărtat de pe suportul său. Comparînd o secţiune transversală subţire a unui asemenea peţiol cu una de la o frunză mai bătrînă crescînd alături, şi care nu cuprinsese nimic, s-a constatat că diametrul său era dublat, iar structura sa considerabil modificată. La alte două peţioluri comparate în acelaşi fel şi figurate aici, creşterea diametrului nu era chiar aşa de mare. Într-o secţiune a peţiolului în starea sa normală (*A*), vedem o bandă din ţesut celular, în formă de semilună (arătată neclar în gravură) care se deosebeşte

Fig. 3. — *Solanum jasminoides* cu unul din peţiolurile sale cuprinzînd un băţ.

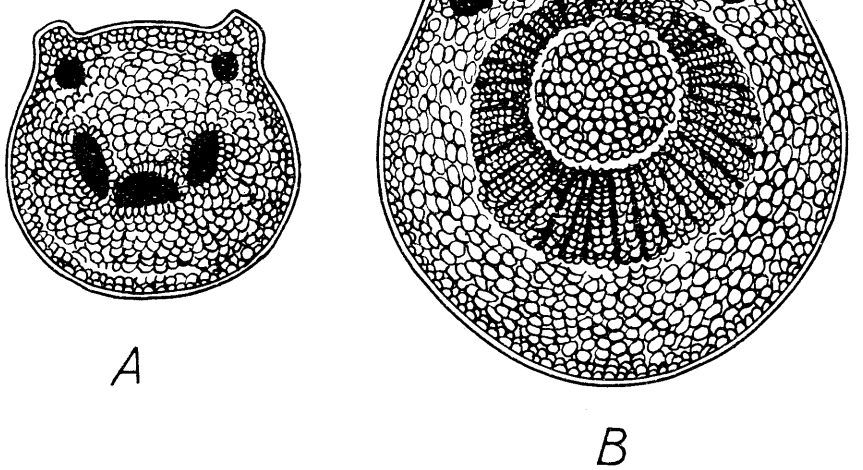


Fig. 4. — *Solanum jasminoides*. *A*, Secţiunea unui peţiol în stare obişnuită; *B*, secţiunea unui peţiol la cîteva săptămîni după ce cuprinsese un băţ, după cum se vede în figura 3.

ţesutin ca aspect de ţesutul din afara ei şi incluzînd trei grupe foarte apropiate de celule de culoare închisă. Aproape de suprafaţa superioară a peţiolului, sub cele două muchii exterioare, există alte două mici grupe circulare de vase. În secţiunea peţiolului (*B*) care cuprinsese un suport timp de cîteva săptămîni,

cele două muchii exterioare au devenit mai puțin proeminente, iar diametrul celor două grupe de vase lemnoase de sub ele s-a mărit mult. O bandă în formă de semilună s-a transformat într-un inel complet de țesut alb, foarte tare, lemnos, cu linii radiind din centru. Cele trei grupe de vase care, deși foarte apropiate între ele, erau înainte separate, erau acum complet contopite. Partea superioară a acestui inel de vase lemnoase formată din prelungirea coarnelor benzii semilunare inițiale este mai îngustă decît partea inferioară și ceva mai puțin compactă. După ce a cuprins suportul, acest pețiol devenise de fapt mai gros decît tulpina din care a luat naștere și aceasta s-a datorat mai ales îngroșării inelului lemnos. Acest inel a prezentat atît în secțiune transversală, cît și longitudinală o structură foarte asemănătoare celei a tulpinii. Este un fapt morfologic neobișnuit ca pețiolul să dobîndească astfel o structură aproape identică cu cea a axei; și un fapt fiziologic și mai neobișnuit este ca o modificare atît de mare să se fi produs prin simpla cuprindere a unui suport[3].

FUMARIACEAE. — Fumaria officinalis. — Nu s-a putut prevedea ca o plantă atît de joasă ca această *Fumaria* să fie cățărătoare. Ea se cațără cu ajutorul pețiolului principal și al celor laterale ale frunzelor compuse; și chiar porțiunea foarte turtită a pețiolului se poate cățăra pe un suport. Am văzut odată cum a fost cuprins un obiect moale, un fir de iarbă uscată. Pînă la urmă pețiolurile care s-au cățărat pe vreun obiect devin puțin mai groase și mai cilindrice. Fiind frecate ușor cu un bețișor, ele s-au aplecat perceptibil după o oră și 15 min, iar ulterior s-au îndreptat. Un băț așezat atent în unghiul dintre două pețioluri secundare a provocat mișcarea lor și a fost aproape cuprins după 9 ore. Un ochi de ață cîntărind 8,1 mg a provocat după 12 ore și înainte de trecerea a 20 de ore o curbare considerabilă; însă niciodată nu a fost complet cuprins de pețiol. Internodiile tinere sînt în mișcare mare ca amplitudine, continuă, însă foarte neregulată, obținîndu-se o linie în zigzag sau o spirală, cu ramurile încrucișate sau o figură în formă de 8. Cînd a fost înregistrat pe un clopot de sticlă, mersul timp de 12 ore părea să reprezinte aproximativ patru elipse. Însăși frunzele posedă o mișcare spontană, pețiolul principal aplecîndu-se în conformitate cu mișcările internodiilor; așa încît atunci cînd acestea din urmă se mișcau într-o parte, pețiolurile se mișcau în aceeași parte, iar apoi, îndreptîndu-se, se curbau în sens opus. Totuși, pețiolurile nu se mișcă pe distanță mare, după cum se putea vedea atunci cînd un lăstar era bine legat de un băț. În acest caz frunza a urmat un mers neregulat, ca cel al internodiilor.

Adlumia cirrhoza. — Am cultivat cîteva plante vara tîrziu; ele au format frunze foarte frumoase, însă nu au emis nici o tulpină centrală. Primele frunze apărute nu erau sensibile; unele din cele tîrzii erau sensibile, însă numai spre extremitățile lor, care puteau astfel să cuprindă suporturi. Aceasta nu putea fi de nici un folos plantei, întrucît aceste frunze ieșeau direct din pămînt; însă ele arătau care ar fi fost caracterul plantei în viitor, dacă ar fi crescut destul de înaltă pentru ca să se cațăre. Vîrful uneia dintre aceste frunze bazale a descris cît era tînăr, într-o oră și 36 min, o elipsă îngustă, deschisă la un capăt și

[3] Dr. Maxwell Masters mă informează că la aproape toate pețiolurile care sînt cilindrice, ca cele purtînd frunze peltate, vasele lemnoase formează un inel închis, benzile semilunare de vase fiind limitate la pețioluri care sînt canelate de-a lungul suprafețelor superioare. În conformitate cu această afirmație, se poate observa că pețiolul mărit și agățat de *Solanum* cu inelul său închis de vase lemnoase a devenit mai cilindric decît era în starea sa inițială, necățărat.

lungă de exact 7,5 cm; o a doua elipsă era mai largă, mai neregulată și mai scurtă, de 6,25 cm; ea a fost efectuată în 2 ore și 2 min. Prin analogie, cu *Fumaria* și *Corydalis*, fără îndoială că internodiile de *Adlumia* au capacitatea de a se roti.

Corydalis claviculata. — Această plantă este interesantă prin faptul că ocupă o poziție exact intermediară între plantele cățărătoare cu ajutorul frunzelor și plantele înzestrate cu cîrcei, astfel încît ar putea fi descrisă în oricare din aceste categorii; însă pentru motive care vor fi arătate mai departe, ea a fost clasată printre cele înzestrate cu cîrcei.

În afară de plantele descrise mai sus, *Bignonia unguis* și rudele ei apropiate au de asemenea pețioluri cățărătoare, deși ele sînt ajutate și de cîrcei. După Mohl (p. 40), *Cocculus japonicus* (din fam. *Menispermaceae*) și o ferigă, *Ophioglossum japonicum* (p. 39), se cațără cu ajutorul pețiolurilor foliare.

Ajungem acum la o mică secție de plante care se cațără cu ajutorul nervurii mediane prelungite sau al vîrfurilor frunzelor lor.

LILIACEAE. — Gloriosa plantii. — Tulpina unei plante ajunsă doar la jumătate din talia ei normală se mișcă încontinuu, descriind în general o spirală neregulată, însă uneori figurile ovale cu axele lor mai lungi erau îndreptate în diferite direcții. Ea urma direcția soarelui sau se mișca în direcție opusă, iar uneori se oprea pe loc înainte de a-și inversa direcția. Un oval a fost efectuat în 3 ore și 40 min; din două figuri în formă de potcoavă, una a fost completată în 4 ore și 35 min, iar cealaltă în 3 ore. În mișcările lor, lăstarii au atins puncte îndepărtate între ele cu 10—12,5 cm. Atunci cînd se dezvoltă pentru prima dată, frunzele tinere stau în sus aproape vertical, însă prin creșterea axei și prin aplecarea spontană în jos a jumătății terminale a frunzei, curînd frunzele se apleacă mult și pînă în cele din urmă devin orizontale. Capătul frunzei formează o proeminență îngustă în formă de panglică, care la început este aproape dreaptă, însă cînd frunza ajunge într-o poziție înclinată, capătul ei se apleacă în jos formînd un cîrlig veritabil. Acest cîrlig este acum destul de puternic și rigid pentru a prinde orice obiect și, atunci cînd l-a prins, să ancoreze planta, oprind mișcarea de rotire a frunzei. Suprafața lui interioară este sensibilă, însă nici pe departe în așa grad ca suprafața numeroaselor pețioluri foliare descrise mai sus, deoarece un lat de sfoară cîntărind 10,27 mg nu a produs nici un efect. Atunci cînd cîrligul a prins un bețișor subțire sau chiar o fibră rigidă, se poate vedea cum într-un interval de 3 ore vîrful s-a încolăcit puțin spre interior; și, în condiții favorabile, el se încolăcește în jurul unui obiect și îl cuprinde definitiv în curs de 8—10 ore. Atunci cînd este format pentru prima oară, înainte ca frunza să se fi aplecat în jos, cîrligul nu este decît puțin sensibil. Dacă nu se agață de nimic, el rămîne deschis și sensibil timp îndelungat; pînă în cele din urmă extremitatea sa se încolăcește spontan și încet spre interior și formează o buclă spirală turtită, asemănătoare ca un nasture, la capătul frunzei. La frunza observată, cîrligul a rămas deschis timp de 33 de zile; dar în ultima săptămînă vîrful se încolăcise atît de mult spre interior, încît nu se putea introduce în el decît un bețișor foarte subțire. De îndată ce vîrful s-a încolăcit atît de mult spre interior încît cîrligul s-a transformat într-un inel, sensibilitatea sa este pierdută; însă atîta timp cît rămîne deschis, el păstrează o oarecare sensibilitate.

Atîta timp cît planta nu era mai înaltă decît de 15 cm, frunzele, în număr de patru sau cinci, erau mai late decît cele formate ulterior; vîrfurile lor tinere

și puțin subțiate nu erau sensibile și nu au format cîrlige; și nici tulpina nu s-a rotit. În această perioadă timpurie de creștere planta se poate susține singură, nu are nevoie de capacitate de cățărare și ca urmare aceasta nu se dezvoltă. Frunzele de pe vîrful unei plante deplin dezvoltată și în floare, care nu are nevoie să se cațere mai sus, nu erau sensibile și nu puteau cuprinde un suport. Vedem astfel cît de perfectă este economia naturii.

COMMELYNACEAE. — *Flagellaria indica.* — După exemplarele urcate, este evident că această plantă se cațără exact ca și *Gloriosa*. O plantă tînără înaltă de 15 cm și purtînd 15 frunze nu avea nici o frunză prelungită într-un cîrlig sau într-un filament în formă de cîrcel; și nici tulpina nu se rotea. Deci această plantă dobîndește capacitatea de a se cățăra la o vîrstă mai înaintată decît crinul *Gloriosa*. După Mohl (p. 41), *Urularia* (*Melanthaceae*) se cațără ca și *Gloriosa*.

Aceste din urmă trei genuri sînt monocotiledonate, dar există unul dicotiledonat, *Nepenthes* care este clasificat de Mohl (p. 41) printre plantele purtătoare de cîrcei; și aflu de la dr. Hooker că la Kew majoritatea speciilor acestui gen se cațără bine. Aceasta se realizează prin faptul că pețiolul sau nervura mediană dintre frunză și cupă se încolăcește în jurul oricărui suport. Partea răsucită se îngroașă; am observat însă în sera d-lui Veitch că pețiolul adesea se îndoaie chiar atunci cînd nu este în contact cu vreun obiect și că această parte răsucită de asemenea se îngroașă. În sera mea, două plante tinere, viguroase de *N. laevis* și *N. distillatoria*, pe cînd erau înalte de mai puțin de 15 cm, nu prezentau nici o sensibilitate a frunzelor și nu aveau nici o capacitate de a se cățăra. Cînd *N. laevis* a crescut însă pînă la o înălțime de 40 cm, au apărut indicii acestei capacități. Frunzele tinere abia formate stăteau drept în sus, însă curînd se aplecau; în această perioadă se terminau printr-un lujer sau filament, dar cupele de la extremitatea frunzelor erau cu totul nedezvoltate. Frunzele prezentau acum mici mișcări spontane; și cînd filamentele terminale au venit în contact cu un suport, ele s-au aplecat încet în jurul lui și l-au apucat ferm. Datorită creșterii ulterioare a frunzei, acest filament a slăbit cu timpul; deși rămînea ferm încolăcit în jurul suportului. S-ar părea deci că rostul principal al încolăcirii, cel puțin atît cît planta este tînără, este de a susține cupa umplută cu lichidul secretat.

Rezumat privind plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor. — Se cunosc opt familii în care există plante care se cațără cu ajutorul pețiolurilor lor foliare și patru familii cu plante care se cațără cu ajutorul vîrfurilor frunzelor lor. La toate speciile observate de mine, cu o excepție, internodiile tinere se rotesc mai mult sau mai puțin regulat, în unele cazuri tot atît de regulat ca și cele ale unei plante volubile. Ele se rotesc cu diferite viteze, în majoritatea cazurilor destul de rapid. Cîteva specii se pot încolăci spiralat în jurul unui suport. Spre deosebire de majoritatea plantelor volubile, există o tendință puternică la același lăstar să se rotească mai întîi într-o direcție, iar apoi în direcția opusă. Scopul atins de mișcarea de rotație este de a aduce pețiolurile sau vîrful frunzelor în contact cu obiectele înconjurătoare; fără acest ajutor planta s-ar cățăra cu mai puțin succes. Cu rare excepții, pețiolurile nu sînt sensibile decît atunci cînd sînt tinere. Ele sînt sensibile în toate părțile, însă în diferite grade la diferite plante și la unele specii de *Clematis* diferitele părți ale aceluiași pețiol se deosebesc mult ca

sensibilitate. Vîrfurile în formă de cîrlig la *Gloriosa* sînt sensibile numai pe suprafețele lor interioare sau inferioare. Peţiolurile sînt sensibile la atingere și presiune excesiv de ușoare, dar continue, chiar de la un laț de ață moale cîntărind 4,05 mg; și sînt motive să credem că peţiolurile relativ groase și rigide de *Clematis flammula* sînt sensibile chiar la o greutate mai mică dacă este distribuită pe o suprafață largă. Peţiolurile se apleacă întotdeauna spre partea care este apăsată sau atinsă, cu viteze diferite la diferite specii, uneori în decursul a cîtorva minute, în general însă într-o perioadă mult mai lungă. După un contact temporar cu vreun obiect, peţiolul continuă să se aplece mult timp; ulterior el se îndreaptă încet, iar apoi poate acţiona din nou. Un peţiol stimulat de o greutate extrem de usoară se apleacă uneori puţin și apoi se obișnuiește cu acest stimul și nu se mai apleacă sau chiar se îndreaptă, deși greutatea continuă să atîrne. Peţiolurile care au cuprins un obiect pentru scurt timp nu pot reveni la poziţia inițială. După ce rămîn agăţate timp de două sau trei zile, peţiolurile se îngroașă mult fie pe întreg diametrul, fie numai pe o parte; ulterior ele devin mai puternice și mai lemnoase, uneori în grad uimitor; iar în unele cazuri dobîndesc o structură internă similară cu cea a tulpinii sau a axei.

Internodiile tinere de *Lophospermum*, precum și peţiolurile sînt sensibile la atingere și prin mișcarea lor combinată apucă un obiect. Pedunculii florali de *Maurandia semperflorens* se rotesc spontan și sînt sensibili la atingere, totuși nu sînt folosiţi pentru cățărare. Frunzele a cel puţin două și probabil ale majorităţii speciilor de *Clematis*, *Fumaria* și *Adlumia* se curbează spontan fie într-o parte, fie în alta, și astfel internodiile sînt mai bine adaptate să apuce obiecte îndepărtate. Peţiolurile frunzelor perfecte de *Tropaeolum tricolorum*, precum și filamentele în formă de cîrcel ale plantelor tinere se mișcă pînă în cele din urmă spre tulpină sau spre suportul care le susţine, cuprinzîndu-l. Aceste peţioluri și filamente prezintă de asemenea o tendinţă de a se contorsiona spiralat. Vîrfurile frunzelor de *Gloriosa* necățărate se contorsionează cînd îmbătrînesc într-o spirală turtită sau helix. Aceste diferite fapte sînt interesante în legătură cu cîrceii adevăraţi.

La plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor ca și la plantele volubile, primele internodii care ies din pămînt nu se rotesc spontan, cel puţin în cazurile observate de mine; și nici peţiolurile sau vîrfurile primelor frunze nu sînt sensibile. La anumite specii de *Clematis*, dimensiunea mare a frunzelor, ca și obiceiul lor de a se roti și sensibilitatea extremă a peţiolurilor lor pare să facă mișcarea de rotire a internodiilor de prisos; în consecinţă, capacitatea de rotire la acestea a slăbit mult. La anumite specii de *Tropaeolum*, atît mișcările spontane ale internodiilor, cît și sensibilitatea peţiolurilor au slăbit mult, iar la una din specii ele au fost complet pierdute.

CAPITOLUL AL III-LEA

PLANTE CU CÎRCEI

Natura circeilor — Diferite specii de *Bignoniaceae* și diferitele lor moduri de a se cățăra — Circei care evită lumina și se strecoară în crăpături — Dezvoltarea discurilor adezive — Adaptări excelente pentru a se prinde de diferite feluri de suporturi — *Polemoniaceae* — *Cobaea scandens*, circei cu multe ramuri încovoiate în cîrlig, modul lor de acțiune — *Leguminosae* — *Compositae* — *Smilaceae* — *Smilax aspera*, circeii sînt nefolositori — *Fumariaceae* — *Corydalis claviculata*, starea sa intermediară între o plantă cățărătoare cu ajutorul frunzelor și una cu ajutorul circeilor.

Prin cîrcei înțeleg organe filamentoase, sensibile la atingere și folosite exclusiv pentru cățărare. Din această definiție sînt excluși ghimpii, cîrligele și radiculele, toate folosite pentru agățare. Cîrceii adevărați sînt formați prin modificarea frunzelor și a pețiolurilor lor, a pedunculilor florali, a ramurilor[1] și poate a stipulelor. Mohl, care include sub numele de cîrcei diferite organe avînd un aspect exterior asemănător, le clasează după natura lor omologă ca fiind frunze, pedunculi florali etc. modificați. Acesta ar fi un plan excelent; observ însă că botaniștii nu sînt cîtuși de puțin unanimi asupra omologiei anumitor cîrcei. În consecință, voi descrie plantele cu cîrcei după familiile naturale, după clasificarea lui Lindley și, în majoritatea cazurilor, cîrceii de aceeași natură se vor grupa laolaltă. Speciile care vor fi descrise aparțin la zece familii și vor fi date în ordinea următoare:

[1] Neavînd niciodată ocazia să examinez cîrcei produși prin modificarea ramurilor, am vorbit cu îndoială de ei în această lucrare, atunci cînd a fost publicată inițial. De atunci însă, Fritz Müller a descris („Journal of Linn. Soc.", vol. IX, p. 314) multe cazuri remarcabile din sudul Braziliei. Vorbind de plante care se cațără cu ajutorul ramurilor lor, mai mult sau mai puțin modificate, el afirmă că se pot urmări următoarele stadii de dezvoltare: 1) plante care se susțin numai prin ramurile lor întinse în unghi drept — de exemplu *Chiococca*; 2) plante cuprinzînd un suport cu ramurile lor nemodificate, ca la *Securidaca*; 3) plante care se cațără prin extremitățile ramurilor lor care au aspectul de cîrcei, ca în cazul descris de Endlicher la *Helinus*; 4) plante cu ramurile mult modificate și transformate temporar în cîrcei, dar care pot fi iarăși transformați în ramuri ca la unele *Papilionaceae*; 5) plante cu ramurile formînd cîrcei adevărați și folosiți exclusiv pentru cățărare — ca la *Strychnos* și *Cauloloretus*. Chiar ramurile nemodificate se îngroașă mult atunci cînd se încolăcesc în jurul unui suport. Pot adăuga că dl. Thwaites mi-a trimis din Ceylon un exemplar de *Acacia* care s-a cățărat în susul trunchiului unui arbore relativ mare cu ajutorul unor rămurele în formă de cîrcei, curbate și răsucite, oprite din creștere și prevăzute cu cîrlige ascuțite și recurbate.

Bignoniaceae, *Polemoniaceae*, *Leguminosae*, *Compositae*, *Smilaceae*, *Fumariaceae*, *Cucurbitaceae*, *Vitaceae*, *Sapindaceae*, *Passifloraceae* [2].

BIGNONIACEAE. — Această familie cuprinde multe plante cu cîrcei, cîteva plante volubile și cîteva specii care se cațără cu ajutorul rădăcinilor. Cîrceii constau întotdeauna din frunze modificate. Nouă specii de *Bignonia*, alese la întîmplare, sînt descrise aici pentru a arăta ce diversitate structurală și de acțiune poate exista în cadrul aceluiași gen, și pentru a arăta capacitățile remarcabile ale unor cîrcei. Aceste specii luate împreună prezintă verigi de legătură între plantele volubile, cățărătoare cu ajutorul frunzelor, înzestrate cu cîrcei și care se agață cu ajutorul rădăcinilor.

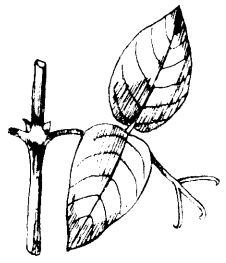


Fig. 5. — *Bignonia*. O specie din Kew al cărei nume este necunoscut.

Bignonia (o specie din Kew fără nume, înrudită îndeaproape cu *B. unguis*, însă cu frunze mai mici și puțin mai late). — Un mic lăstar de la o plantă tăiată a făcut trei rotații în sens opus soarelui, cu o viteză medie de 2 ore și 6 min. Tulpina este subțire și flexibilă; el s-a încolăcit în jurul unui băț subțire, vertical, cățărîndu-se de la stînga la dreapta cu aceeași perfecțiune și regularitate ca o adevărată plantă volubilă. Cînd se cățăra în acest fel, el nu și-a folosit cîrceii sau pețiolurile; însă cînd s-a încolăcit în jurul unui băț relativ gros, pețiolurile au venit în contact cu acesta; ele s-au curbat în jurul bățului, dovedind că au un grad oarecare de vitalitate. Pețiolurile prezintă de asemenea un grad redus de mișcare spontană, deoarece într-un caz ele au descris cu siguranță elipse foarte mici, verticale și neregulate. Cîrceii păreau să se curbeze spontan de aceeași parte cu pețiolurile; însă, din diferite cauze, era greu de observat mișcarea fie a cîrceilor, fie a pețiolurilor la această specie și la următoarele două. Cîrceii sînt atît de asemănători, în toate privințele cu cei de *B. unguis*, încît o singură descriere va fi suficientă.

Bignonia unguis. Lăstarii tineri se rotesc, însă mai puțin regulat și rapid decît cei ai speciei precedente. Tulpina se încolăcește imperfect în jurul unui băț vertical, uneori inversîndu-și direcția la fel cum s-a descris la atît de multe plante cățărătoare cu ajutorul frunzelor; și această plantă, deși posedă cîrcei, se cațără într-o anumită măsură ca o plantă cățărătoare cu ajutorul frunzelor. Fiecare frunză constă dintr-un pețiol purtînd o pereche de foliole și se termină cu un cîrcel care este format prin modificarea a trei foliole și seamănă îndeaproape cu cea arătată mai sus (fig. 5). Aceasta este însă puțin mai mare și la o plantă tînără era lungă de aproximativ 1,25 cm. Frunza are o asemănare ciudată cu

[2] După cît îmi dau seama, istoria cunoștințelor noastre despre cîrcei este următoarea: am văzut că Palm și von Mohl au observat cam în același timp fenomenul obișnuit al mișcării spontane de rotire a plantelor volubile. Presupun că Palm (p. 58) a observat de asemenea mișcarea rotativă a cîrceilor; nu sînt însă sigur de aceasta, deoarece vorbește foarte puțin despre acest obiect. Dutrochet a descris complet această mișcare a cîrcelului la mazărea comună. Mohl a descoperit pentru prima dată cîrceii ca fiind sensibili la atingere; însă, dintr-o cauză oarecare, probabil fiindcă a observat cîrcei prea bătrîni, el nu și-a dat seama cît de sensibili sînt și a crezut că o apăsare prelungită este necesară pentru a provoca mișcarea lor. Într-o lucrare citată mai sus, prof. Asa Gray a observat pentru prima dată sensibilitatea și rapiditatea extremă a mișcărilor cîrceilor anumitor cucurbitacee.

piciorul și laba unei păsărele cu degetul posterior înlăturat. Partea cîrcelului care este dreaptă sau tarsul, este mai lungă decît cele trei degete care sînt egale în lungime, divergente și în același plan. Degetele se termină cu gheare ascuțite, tari și curbate mult în jos, ca ale piciorului unei păsări. Peţiolul frunzei este sensibil la atingere; chiar un mic laţ de aţă suspendat timp de două zile l-a făcut să se curbeze în sus; însă peţiolurile secundare ale celor două foliole laterale nu sînt sensibile. Cîrcelul întreg, și anume tarsul și cele trei degete sînt de asemenea sensibile la atingere, mai ales pe suprafeţele lor inferioare. Atunci cînd un lăstar creşte printre ramuri subţiri, cîrceii ajung în contact cu ele curînd, prin mişcarea de rotire a internodiilor; și atunci un deget al cîrcelului sau mai multe, de obicei toate trei, se curbează și după mai multe ore se agaţă puternic de rămurele, ca și o pasăre cînd se lasă pe o cracă. Dacă tarsul cîrcelului vine în contact cu o ramură, el continuă să se curbeze încet, pînă ce întreg piciorul o înconjură complet și degetele trec de fiecare parte a tarsului și îl apucă. Tot așa, dacă peţiolul vine în contact cu o ramură, el se curbează în jurul ei, purtînd cîrcelul care apucă atunci propriul său peţiol sau pe cel al frunzei opuse. Peţiolurile se mişcă spontan și astfel, atunci cînd un lăstar încearcă să se încolăcească în jurul unui suport vertical, după cîtva timp cele două peţioluri de pe ambele părţi vin în contact cu el, ceea ce provoacă îndoirea lor. În cele din urmă, cele două peţioluri cuprind suportul din direcţii opuse și cîrceii, apucîndu-se unul pe altul sau apucînd propriile lor peţioluri, fixează tulpina de suport cu o siguranţă surprinzătoare. Astfel, cîrceii sînt puși în acţiune dacă tulpina se încolăceşte în jurul unui băţ vertical; și, în această privinţă, specia de faţă se deosebeşte de cea anterioară. Ambele specii își folosesc cîrceii în același fel, atunci cînd trec printr-un lesiș. Această specie este una din plantele căţărătoare cele mai iscusite din cîte am observat; și probabil că s-ar putea căţăra și pe o tulpină netedă, agitată necontenit de furtuni puternice. Pentru a arăta cît de importantă este o sănătate viguroasă pentru acţiunea tuturor părţilor, pot menţiona că atunci cînd am examinat pentru prima dată o plantă de *B. unguis* care creştea moderat de bine, deși nu viguros, am conchis că cîrceii acţionau numai ca niște cîrlige de rug și că era cea mai slabă și ineficientă din toate plantele căţărătoare!

Bignonia tweedyana. — Această specie este îndeaproape înrudită cu precedenta și se comportă în același fel, însă se încolăceşte poate ceva mai bine în jurul unui băţ vertical. Pe aceeași plantă, o ramură s-a încolăcit într-o direcţie, iar alta într-o direcţie opusă. Într-un caz internodiile au executat două cercuri, fiecare în 2 ore și 33 min. La această plantă am fost în măsură să observ mișcările spontane ale peţiolurilor mai bine decît la cele două specii precedente: un peţiol a descris trei mici elipse verticale în decurs de 11 ore, pe cînd un altul a mișcat într-o spirală neregulată. Puţin timp după ce o tulpină s-a încolăcit în jurul unui băţ vertical și s-a fixat puternic de el prin peţiolurile agăţătoare prin cîrcei, ea a emis rădăcini aeriene de la baza frunzelor sale; și aceste rădăcini s-au curbat parţial în jurul băţului și au aderat de el. De aceea, această specie de *Bignonia* îmbină patru modalităţi diferite de a se căţăra, caracteristice, în general, unor plante diferite și anume: volubile, căţărătoare cu ajutorul unghiilor, căţărătoare cu ajutorul cîrceilor și căţărătoare cu ajutorul rădăcinilor.

La cele trei specii de mai sus, atunci cînd cîrcelul în formă de picior a prins un obiect, el continuă să crească și să se îngroașe și, în cele din urmă, devine un imitor de puternic, la fel ca peţiolurile plantelor căţărătoare cu ajutorul frunzelor. Dacă însă cîrcelul nu prinde nimic, el se apleacă mai întîi încet în jos și

atunci capacitatea sa de a apuca se pierde. Foarte curînd după aceasta el se dezarticulează și cade ca o frunză toamna. Nu am văzut acest proces de dezarticulare la nici un alt cîrcel, deoarece atunci cînd aceștia nu reușesc să prindă un obiect, ei se veștejesc pur și simplu și dispar.

Bignonia venusta. — Cîrceii se deosebesc considerabil de cei din specia precedentă. Partea inferioară sau tarsul este de patru ori mai lung decît cele trei degete; acestea sînt de lungime egală și diverg la fel, însă nu stau în același plan; vîrfurile lor boante sînt în formă de cîrlig și întregul cîrcel formează o cange excelentă. Tarsul este sensibil pe toate părțile; cele trei degete însă nu sînt sensibile decît pe suprafețele lor exterioare. Sensibilitatea nu este mult dezvoltată, întrucît o frecare ușoară cu un bețișor nu provoacă îndoirea tarsului sau a degetelor decît după o oră și atunci într-o mică măsură. Ulterior ele se îndreaptă. Atît tarsul cît și degetele pot cuprinde bine bețele. Dacă tulpina este fixată, cîrceii pot fi văzuți executînd spontan elipse mari; cei doi cîrcei opuși se mișcă independent unul de altul. Prin analogie cu cele două specii înrudite, nu mă îndoiesc că peţiolurile se mișcă de asemenea spontan; și ele nu sînt iritabile ca cele de *B. unguis* și *B. tweedyana*. Internodiile tinere execută cercuri mari, unul fiind completat în 2 ore și 15 min, iar un al doilea în 2 ore și 55 min. Prin aceste mișcări combinate ale internodiilor, ale peţiolurilor și cîrceilor în formă de cange, aceștia din urmă sînt aduși curînd în contact cu obiecte înconjurătoare. Cînd un lăstar stă aproape de un băț vertical, el se încolăcește regulat și spiralat în jurul lui. Pe măsură ce se cațără, el apucă bățul cu unul din cîrceii săi, și, dacă bățul este subțire, cîrceii din dreapta și din stînga sînt folosiți alternativ. Această alternanță decurge din faptul că de fiecare cerc completat tulpina se răsucește neapărat o dată în jurul propriei sale axe.

Cîrceii [încolăciți] se contractă spiralat, scurt, la cîtva timp după ce apucă vreun obiect; cei care nu prind nimic se apleacă numai încet în jos. Însă întregul subiect al contracției spiralate a cîrceilor [încolăciți] va fi discutat după ce se vor descrie toate speciile cu cîrcei.

Bignonia littoralis. — Internodiile tinere se rotesc în elipse mari. Un internod avînd cîrcei nematuri a executat două rotații, fiecare în 3 ore și 50 min, dar, la o vîrstă mai înaintată și avînd cîrceii maturi, a executat două elipse, fiecare cu viteza de 2 ore și 44 min. Spre deosebire de cea precedentă, această specie este incapabilă de a se încolăci în jurul unui băț; ceea ce nu pare să se datoreze vreunei lipse de flexibilitate a internodiilor sau acțiunii cîrceilor și desigur nici unei capacități insuficiente de rotire; și nici nu pot explica acest fapt. Totuși planta se cațără ușor pe un băț subțire, vertical, apucînd un punct mai sus cu cîrceii săi opuși [încolăciți], care apoi se contractă spiralat. Dacă însă cîrceii nu apucă nimic, ei nu devin spiralați. Specia precedentă s-a cățărat pe un băț vertical încolăcindu-se spiralat, apucîndu-l alternativ cu cîrceii opuși, ca un marinar care se urcă pe sfoară apucîndu-se cînd cu o mînă, cînd cu alta; specia de față însă se trage în sus ca un marinar care apucă cu ambele mîini sfoara deasupra capului său.

Ca structură, cîrceii sînt asemănători celor ai speciei precedente. Ei continuă să crească cîtva timp chiar după ce a cuprins un obiect. Atunci cînd sînt deplin dezvoltați, deși aparțin unei plante tinere, au lungimea de 22,5 cm. Cele trei degete divergente sînt mai scurte față de tars decît la speciile precedente; vîrfurile le sînt boante și numai puțin încovoiate; ca lungime nu sînt cu totul egale, cel mijlociu fiind puțin mai lung decît celelalte. Suprafețele exterioare sînt

foarte sensibile, deoarece atunci cînd au fost ușor frecate cu un beţișor ele s-au curbat perceptibil în 4 minute și mult în 7 min. În 7 ore ele s-au îndreptat, fiind iar gata să acționeze din nou. Tarsul este sensibil pe distanța de 2,5 cm de la degete, însă într-un grad mai mic decît degetele; întrucît, după o ușoară frecare acestea din urmă s-au curbat de două ori mai repede. Chiar partea mijlocie a tarsului este sensibilă la o atingere prelungită, de îndată ce cîrcelul a ajuns la maturitate. După ce a îmbătrînit, sensibilitatea este limitată doar la degete, iar acestea nu sînt capabile decît să se încovoaie foarte încet în jurul unui băţ. Cîrcelul este pe deplin gata să acționeze de îndată ce cele trei degete s-au îndepărtat între ele și în această perioadă suprafețele lor exterioare devin iritabile. Cînd este excitată o parte, iritabilitatea nu se transmite decît puțin altei părți; astfel, cînd un suport era prins de partea cîrcelului situat imediat sub cele trei degete, acestea din urmă rareori îl cuprindeau și de obicei rămîneau drepte.

Cîrceii se rotesc spontan. Mișcarea începe înainte de transformarea cîrcelului în gheară cu trei vîrfuri prin depărtarea degetelor și înainte ca vreo parte să fi devenit sensibilă; așa încît în această perioadă timpurie mișcarea de rotire este inutilă. În această perioadă mișcarea este încetată, două elipse fiind executate împreună în 24 de ore și 18 min. Un cîrcel matur a efectuat o elipsă în 6 ore, așa încît s-a mișcat mult mai încet decît internodiile. Elipsele care au fost executate, atît în plan vertical cît și orizontal, erau de dimensiuni mari. Peţiolurile nu sînt cîtuși de puțin sensibile, însă se rotesc ca și cîrceii. Vedem astfel că internodiile tinere, peţiolurile și cîrceii continuă toți să se rotească împreună, însă cu viteze diferite. Mișcările cîrceilor care ies din părți opuse, unul față de celălalt, sînt complet independente. Deci, atunci cînd întregul lăstar este lăsat să se rotească liber, nimic nu poate fi mai complicat decît drumul efectuat de extremitatea fiecărui cîrcel. Un spațiu larg este explorat în mod neregulat, pentru a apuca vreun obiect.

Rămîne a se menționa un alt fapt ciudat. În decurs de cîteva zile, după ce degetele au cuprins strîns un băţ, extremitățile lor boante s-au transformat, deși nu întotdeauna, în niște umflături discoidale neregulate, care au capacitatea de a adera puternic de lemn. O excrescență celulară similară va fi descrisă amănunțit la *B. capreolata*, așa că aici nu voi mai spune nimic despre ele.

Bignonia acquinoctialis, var. *chamberlaynii*. — Internodiile, peţiolurile alungite și sensibile, precum și cîrceii execută toate mișcări de rotație. Tulpina nu se încolăcește, ci se cațără pe un suport vertical, la fel ca și la specia precedentă. Cîrceii de asemenea seamănă cu cei ai speciei precedente, dar sînt mai scurți; lungimea celor trei degete este mai inegală, cele două degete exterioare fiind cu circa o treime mai scurte și puțin mai subțiri decît degetul mijlociu; ele variază însă în această privință. Ele se termină în mici vîrfuri tari; și mai important este faptul că discurile celulare adezive nu se formează. Dimensiunea redusă a două dintre degete, precum și sensibilitatea lor micșorată pare să indice o tendință spre atrofiere; și la una din plantele mele primii cîrcei formați erau uneori simpli, adică nedesfăcuți în cele trei degete. Ajungem astfel, în mod firesc, la următoarele trei specii cu cîrceii nedivizați:

Bignonia speciosa. — Lăstarii tineri se rotesc neregulat, executînd elipse înguste, spirale sau cercuri, cu viteze variind între 3 ore și 30 min și 4 ore și 40 min; însă nu prezintă nici o tendință de a se încolăci. Atîta timp cît planta este tînără și nu necesită un suport, nu se dezvoltă cîrcei. Cei de pe o plantă moderat de tînără erau lungi de 7,5 cm. Ei se rotesc spontan, cum fac și peţio-

lurile scurte și nesensibile. Atunci cînd sînt frecați, ei se apleacă spre partea frecată și ulterior se îndreaptă; nu sînt însă prea sensibili. Există ceva ciudat în comportarea lor: am pus de repetate ori, aproape de ei, suporturi groase și subțiri, aspre și netede, precum și sfoară întinsă vertical, însă nici unul din aceste obiecte nu a fost apucat bine. După ce au cuprins un suport vertical, de repetate ori, ei l-au eliberat iarăși, iar adesea nu l-au apucat de loc sau nu s-au încolăcit strîns în jurul lui. Am observat sute de cîrcei de diferite cucurbitacee, pasifloracee și leguminoase, și nu am văzut niciodată vreuna care să se fi comportat în acest fel. Totuși, cînd planta mea crescuse pînă la o înălțime de 20 sau 22,5 cm, cîrceii au acționat mult mai bine. Acum ei au cuprins orizontal un suport subțire, vertical, adică l-au apucat în punctul situat la același nivel cu ei și nu mai sus ca la speciile precedente. Totuși, în acest fel, tulpina nevolubilă a fost în măsură să se cațere pe băț în sus.

Extremitatea cîrcelului este aproape dreaptă și ascuțită. Întreaga porțiune terminală prezintă un obicei neobișnuit, care la un animal s-ar numi instinct; această extremitate caută încontinuu orice crăpătură sau orificiu mic în care să se introducă. Am avut două plante tinere și, după ce am observat acest obicei, am așezat aproape de ele stîlpi care fuseseră găuriți de gîndaci sau crăpaseră de uscăciune. Prin propria lor mișcare sau prin cea a internodiilor, cîrceii se deplasau încet pe suprafața lemnului și cînd vîrful lor ajungea la o gaură sau la o crăpătură, se introducea în ea; pentru a face aceasta, pe o distanță de 1,25 sau 0,62 cm extremitatea se curba adesea în unghi drept față de partea bazală. Am observat acest proces de 20—30 de ori. În mod frecvent, același cîrcel se retrăgea dintr-o gaură pentru a-și introduce vîrful în alta. Am văzut de asemenea un cîrcel menținîndu-și vîrful într-o gaură foarte mică, într-un caz timp de 20 de ore, iar într-altul 36 de ore și apoi retrăgîndu-l. În timp ce vîrful este astfel temporar introdus, cîrcelul opus continuă să se rotească.

Adesea întreaga lungime a cîrcelului se mulează strîns de suprafața lemnului cu care a venit în contact; și am văzut unul aplecat în unghi drept prin faptul că intrase într-o crăpătură largă și adîncă, iar vîrful său s-a mai îndoit o dată, pătrunzînd într-o mică gaură laterală. După ce un cîrcel a cuprins un suport, el s-a [încolăcit], contractîndu-se spiralat; dacă rămîne nefixat, atîrnă drept în jos. Dacă el nu a făcut decît să se muleze inegalităților unui stîlp gros, deși nu a cuprins nimic, sau dacă și-a introdus vîrful în vreo mică crăpătură, acest stimul este suficient pentru a provoca o contracție spiralată; însă contracția nu îndepărtează cîrcelul de stîlp. Aceste mișcări care par atît de bine adaptate unui scop oarecare, în toate cazurile erau inutile. Totuși, într-un caz, vîrful s-a înțepenit permanent într-o crăpătură îngustă. Am așteptat ca, prin analogie cu *B. capreolata* și *B. cittoralis*, vîrfurile să se transforme în discuri adezive, dar niciodată nu am reușit să observ nici măcar o urmă a acestui proces. Există, de aceea, în prezent ceva de neînțeles în legătură cu obiceiurile acestei plante.

Bignonia picta. — Această specie seamănă îndeaproape cu cea precedentă prin structura și mișcarea cîrceilor săi. Am examinat de asemenea, din întîmplare, o plantă frumoasă, în creștere, din specia înrudită *B. Lindley* și aceasta părea să se comporte în toate privințele în același fel.

Bignonia capreolata. — Ajungem acum la o specie cu cîrcei de un tip diferit; să ne ocupăm însă mai întîi de internodii. Un lăstar tînăr a executat trei rotații mari, în sensul soarelui, cu o viteză medie de 2 ore și 23 min. Tulpina este subțire și flexibilă și am văzut unul din lăstari executînd patru rotiri spirale regulate în

jurul unui suport vertical subțire, cățărîndu-se desigur de la dreapta spre stînga și de aceea într-o direcție contrară față de cea a speciilor descrise mai sus. Ulterior, din cauza intervenției cîrceilor, tulpina se urca fie drept în sus pe suport, fie într-o spirală neregulată. În unele privințe cîrceii sînt remarcabili. La o plantă tînără ei erau lungi de 6,25 cm și foarte ramificați, cele cinci ramuri principale reprezentînd, se pare, două perechi de foliole și una terminală. Fiecare ramură este totuși bifidă și mai obișnuit trifidă spre extremitate, totuși cu vîrfurile boante distinct îndoite în formă de cîrlig. Un cîrcel se apleacă de oricare parte care a fost ușor frecată, iar ulterior el se îndreaptă din nou; însă un laț de ață cîntărind 16,2 mg nu a produs nici un efect. În două cazuri ramurile terminale s-au aplecat puțin în 10 minute, după ce au atins un suport, iar în 30 min vîrfurile se încovoiaseră complet în jurul lui. Partea bazală este mai puțin sensibilă. Cîrceii s-au rotit într-un mod care părea capricios, uneori foarte puțin sau de loc; alteori ei au descris mari elipse regulate. La peţiolurile frunzelor nu am putut detecta nici o mișcare spontană.

În vreme ce cîrceii se rotesc mai mult sau mai puțin regulat o altă mișcare remarcabilă are loc, și anume o aplecare înceată spre partea opusă luminii, adică spre partea cea mai întunecată a încăperii. Am schimbat în mod repetat poziția plantelor mele și, puțin timp după încetarea mișcării de rotație, cîrceii formați succesiv sfîrșeau întotdeauna prin a se îndrepta spre partea cea mai întunecată. Atunci cînd am așezat un stîlp gros între cîrcel și lumină, cîrcelul s-a îndreptat spre stîlp. În două cazuri, o pereche de frunze erau astfel așezate încît unul din cei doi cîrcei era îndreptat spre lumină, iar celălalt spre cea mai întunecată parte a încăperii; acesta din urmă nu se mișca, însă cel opus s-a curbat mai întîi în sus, iar apoi complet deasupra perechii sale, așa încît cei doi au devenit paraleli, unul deasupra celuilalt, amîndoi îndreptați spre întunerec; am întors apoi planta cu o jumătate de cerc și cîrcelul care se răsturnase și-a reluat poziția inițială, iar cel opus, care înainte nu se mișcase, acum s-a întors spre partea întunecată. În sfîrșit, la o altă plantă, trei lăstari au format în același timp trei perechi de cîrcei și întîmplător toți erau îndreptați în mod diferit; am pus ghiveciul într-o cutie deschisă oblic față de lumină numai pe o parte; în două zile toți cei șase cîrcei erau îndreptați invariabil spre colțul cel mai întunecat al cutiei, deși pentru a face aceasta fiecare a trebuit să se îndoaie în mod diferit. Șase giruete nu ar fi putut indica mai precis direcția vîntului, decît au arătat acești cîrcei ramificați mersul dîrei de lumină care intra în cutie. Am lăsat acești cîrcei netulburați mai bine de 24 de ore, apoi am întors ghiveciul cu o jumătate de cerc, însă ei își pierduseră acum capacitatea de mișcare și nu se mai puteau feri de lumină.

Atunci cînd un cîrcel nu a reușit să cuprindă un suport, fie prin propria sa mișcare de rotație, fie prin mișcarea lăstarului, fie întorcîndu-se spre orice obiect care acoperă lumina, el s-a aplecat vertical în jos, iar apoi spre propria sa tulpină pe care a apucat-o împreună cu suportul care o susținea, dacă el exista. În felul acesta, se dă un oarecare ajutor fixării tulpinii. Dacă însă cîrcelul nu apucă nimic, el nu se contractă [încolăcindu-se] spiralat, ci curînd se veștejește și cade. Dacă apucă un obiect, atunci toate ramurile lui se contractă [încolăcindu-se] spiralat.

Am afirmat că după ce un cîrcel vine în contact cu un suport, el se curbează în jurul acestuia în circa o jumătate de oră; am observat însă de repetate ori, ca la *B. speciosa* și la rudele sale, că el se desface adesea de suport, uneori apucînd și liberînd același suport de trei sau patru ori. Știind că lumina este evitată de cîrcei, le-am oferit un tub de sticlă înnegrit în interior și o placă de zinc bine înne-

grită; ramurile s-au încovoiat în jurul tubului și s-au curbat strîns în jurul marginilor plăcii de zinc; curînd însă s-au retras de la aceste obiecte cu ceea ce nu pot numi decît dezgust, și s-au îndreptat. Am pus apoi un stîlp cu coajă extrem de aspră aproape de o pereche de cîrcei; într-o oră sau două ei l-au atins și de două ori s-au retras; pînă în cele din urmă una din extremitățile în formă de cîrlig s-a îndoit și a apucat cu putere o proeminență foarte mică de pe coajă și apoi celelalte ramuri s-au desfăcut, mulîndu-se cu precizie de fiecare neregularitate a suprafeței. Ulterior am așezat aproape de plantă un băț fără coajă, însă foarte crăpat și vîrfurile cîrceilor s-au strecurat foarte frumos în toate crăpăturile. Spre surprinderea mea, am observat că vîrfurile cîrceilor nematuri, cu ramurile încă neseparate, s-au strecurat de asemenea în cele mai mici crăpături, întocmai ca rădăcinile. La două sau trei zile, după ce vîrfurile se strecurase astfel în crăpături sau după ce capetele în formă de cîrlig apucaseră vîrfuri foarte mici, a început procesul final, care va fi descris acum. Am descoperit acest proces lăsînd întîmplător o bucată de lînă lîngă un cîrcel și aceasta m-a făcut să fixez slab o cantitate de in, mușchi și lînă în jurul bețelor și să le așez lîngă cîrcei. Lîna nu trebuie să fie vopsită, deoarece acești cîrcei sînt excesiv de sensibili la unele otrăvuri. Vîrfurile în formă de cîrlig apucau curînd fibrele, chiar fibrele ce atîrnau liber, și acum nu se mai retrăgeau; din contra, excitarea a făcut ca vîrfurile în formă de cîrlig să pătrundă în masa fibroasă și să se curbeze spre interior, așa încît fiecare cîrlig prindea cu putere o fibră sau două sau un mic mănunchi de fibre. Vîrfurile și suprafețele interioare ale cîrligelor începeau acum să se umfle și în două sau trei zile ele erau vizibil mărite. După încă cîteva zile, cîrligele se transformau în bile albicioase neregulate, cu un diametru puțin peste 1,27 mm, formate dintr-un țesut celular grosier care uneori învelea și ascundea complet cîrligele. Suprafețele acestor bile secretau o cantitate de substanță vîscoasă, rășinoasă de care aderă fibrele inului etc. Atunci cînd o fibră se fixează de suprafață, țesutul celular nu crește direct dedesubtul ei, ci continuă să crească de fiecare parte; așa încît atunci cînd erau prinse cîteva fibre învecinate, deși extrem de subțiri, între ele creșteau tot atîtea creste de substanță celulară, fiecare fiind mai subțire chiar decît un fir de păr omenesc. Aceste creste îndoindu-se mult într-o parte sau în alta, aderau puternic între ele. Pe măsură ce întreaga suprafață a bilei continuă să crească, noi fibre aderă și sînt ulterior învelite; așa încît am văzut o mică bilă străpunsă sub diferite unghiuri de 50 și 60 de fibre de in, toate încastrate mai mult sau mai puțin adînc. În acest proces, fiecare gradație putea fi urmărită — unele fibre aderînd numai la suprafață, altele fiind situate în brazde mai mult sau mai puțin adînci sau încastrate adînc, ori trecînd chiar prin centrul bilei celulare. Fibrele încastrate sînt atît de strîns cuprinse, încît nu puteau fi retrase. Țesutul formează excrescențe avînd o tendință atît de puternică de concreștere, încît două bile produse de cîrcei distincți uneori se unesc și concresc într-una singură.

Într-un caz, cînd un cîrcel s-a încolăcit în jurul unui suport cu diametrul de 1,25 cm, s-a format pe el un disc adeziv, ceea ce în general nu se întîmplă în cazul bețelor sau al stîlpilor netezi. Dacă totuși vîrful prinde o proeminență foarte mică, celelalte ramuri formează discuri, mai ales dacă găsesc fisuri în care să se introducă. Cîrceii nu au reușit să se fixeze pe un zid de cărămidă.

Din faptul că fibrele se lipesc de discuri sau bile, deduc că acestea din urmă secretă o substanță aderentă, rășinoasă; mai deduc aceasta și din faptul că fibrele cufundate în eter sulfuric se desprind. Acest lichid îndepărtează de asemenea micile puncte sclipitoare, cafenii, care în general pot fi văzute pe suprafețele discu-

rilor mai bătrîne. Dacă extremitățile în formă de cîrlig nu ating nimic, după cît am văzut, nu se formează niciodată discuri [3]; însă contactul temporar pe un timp moderat de lung este suficient să le determine dezvoltarea. Am văzut opt discuri formate pe același cîrcel. După dezvoltarea lor, cîrceii se contractă [încolăcindu-se] spiralat și devin lemnoși și foarte puternici. În această stare un cîrcel a suportat aproape 210 grame și se pare că ar fi suportat o greutate mult mai mare dacă fibrele de in de care erau fixate discurile nu ar fi cedat. Din faptele de mai sus putem deduce că, deși cîrceii acestei *Bignonia* pot adera uneori de suporturi cilindrice, netede și adesea de scoarță aspră de copac, ele sînt totuși adaptate în mod special la urcatul pe copaci acoperiți cu licheni, mușchi și alte asemenea produse; și aflu de la prof. Asa Gray că *Polypodium incanum* abundă pe arborii de pădure în districtele Americii de Nord, unde crește această specie de *Bignonia*. Pot observa, în sfîrșit, cît de neobișnuit este faptul ca o frunză să se metamorfozeze într-un organ ramificat care evită lumina și care, prin extremitățile sale fie că se poate strecura în fisuri ca rădăcinile, fie că poate să cuprindă cele mai mici proeminențe, aceste extremități formînd ulterior excrescențe celulare care secretă o substanță adezivă de fixare ce învelește prin creșterea lor continuă cele mai subțiri fibre.

Eccremocarpus scaber (*Bignoniaceae*). — Plante care, deși creșteau destul de bine în sera mea rece, nu prezentau nici o mișcare spontană a lăstarilor sau a cîrceilor; atunci cînd au fost mutate însă în sera caldă, internodiile tinere s-au rotit cu viteze variind între 3 ore și 15 min și o oră și 13 min. Un cerc larg a fost executat cu această din urmă viteză neobișnuit de rapidă; în general însă, cercurile sau elipsele erau mici și uneori drumul urmat era cu totul neregulat. După ce a executat mai multe rotații, un internodiu rămînea uneori nemișcat 12 sau 18 ore, iar apoi reîncepea să se rotească. La aproape nici o altă plantă nu am observat asemenea întreruperi atît de puternic pronunțate în mișcările internodiilor.

Frunzele au patru foliole care sînt subdivizate și se termină prin cîrcei foarte ramificați. Pețiolul principal al frunzei se mișcă spontan, cît este tînără, și urmează aproape același drum neregulat și cu aproximativ aceeași viteză ca și internodiile. Cea mai vizibilă mișcare este cea dinspre și spre tulpină și am văzut un pețiol curbat a cărui coardă forma un unghi de 59° cu tulpina; peste o oră a format un unghi de 106°. Cele două pețioluri opuse nu se mișcă împreună și uneori unul este atît de ridicat, încît stă aproape de tulpină, pe cînd celălalt este aproape orizontal. Partea bazală a pețiolului se mișcă mai puțin decît partea distală. Cîrceii, nu numai că sînt deplasați în urma mișcării pețiolurilor și a internodiilor, ci posedă și o mișcare spontană, iar cîrceii opuși se mișcă uneori în direcții opuse. Prin aceste mișcări combinate ale internodiilor tinere, pețiolurilor și cîrceilor, un mare spațiu este [explorat] în căutarea unui suport.

La plante tinere, cîrceii sînt lungi de circa 7,5 cm; ei poartă două ramuri laterale și două terminale și fiecare ramură se bifurcă de două ori, cu vîrfurile terminîndu-se în cîrlige duble boante, cu ambele vîrfuri îndreptate de aceeași parte. Toate ramurile sînt sensibile din toate părțile; și după ce sînt frecate ușor sau după ce vin în contact cu un suport, ele se îndoaie în circa 10 minute. O ramură care după o ușoară frecare s-a îndoit în 10 minute, a continuat să se îndoaie între 3 și 4 ore și s-a îndreptat iarăși în 8 sau 9 ore. Cîrceii care nu s-au

[3] Fritz Müller afirmă (*ibidem*, p. 348) că în sudul Braziliei cîrceii trifizi de *Haplolophium* (una dintre *Bignoniaceae*) se termină cu discuri netede, lucitoare, fără să fi venit în contact cu vreun obiect. Totuși uneori, acestea se măresc considerabil, după ce aderă de vreun obiect.

agățat de nimic, pînă în cele din urmă se contractă [încolăcindu-se] într-o spirală neregulată, ceea ce face de asemenea, însă mult mai repede, după ce cuprind un suport. În ambele cazuri peţiolul principal purtînd foliolele, care la început este drept şi îndreptat puţin în sus, se mişcă în jos, cu partea mijlocie îndoită în unghi drept; aceasta se vede mai clar la *E. miniatus* decît la *E. scaber*. La acest gen cîrceii acţionează în unele privinţe ca cei de *Bignonia capreolata*; însă cîrceii nu evită lumina şi nici vîrfurile în formă de cîrlig nu s-au mărit pentru a deveni discuri celulare. După ce cîrceii au venit în contact cu un suport cilindric moderat de gros sau cu coajă aspră de copac, ramurile pot fi văzute ridicîndu-se încet în sus, schimbîndu-şi poziţia şi venind iarăşi în contact cu suprafaţa suportului. Scopul acestor mişcări este de a aduce în contact cu lemnul cîrligele duble de la extremităţile ramurilor, care în mod natural sînt îndreptate în toate direcţiile. Am observat un cîrcel, din care o jumătate se îndoise în unghi drept după muchia ascuţită a unui stîlp pătrat, aducînd cu o mişcare bine executată absolut toate cîrligele în contact cu ambele suprafeţe rectangulare. Acest aspect a sugerat ideea că, deşi întregul cîrcel nu este sensibil la lumină, totuşi vîrfurile sînt sensibile şi ele se întorc şi se răsucesc spre orice suprafaţă întunecată. În cele din urmă ramurile se adaptează foarte exact la toate neregularităţile scoarţei aspre de copac, aşa încît ele seamănă prin mersul lor neregulat cu cursul unui rîu cu afluenţii săi, aşa cum este înfăţişat pe o hartă. Cînd însă un cîrcel s-a încolăcit în jurul unui băţ relativ gros, contracţia spiralată ulterioară îl trage şi îl îndepărtează [de acesta] şi strică acest aranjament frumos. Acelaşi lucru, însă nu atît de pronunţat, se întîmplă cînd un cîrcel s-a extins pe o suprafaţă mare şi aproape plată de scoarţă aspră de copac. Putem conchide de aceea că aceşti cîrcei nu sînt perfect adaptaţi să apuce beţe moderat de groase sau scoarţă aspră de copac. Dacă se aşază un băţ sau o rămurică subţire în apropierea unui cîrcel, ramurile terminale se încolăcesc complet în jurul lor, iar apoi apucă propriile lor ramuri inferioare sau tulpina principală. Băţul este astfel apucat ferm, însă nu prea frumos. Se pare că în realitate cîrceii sînt adaptaţi la asemenea obiecte ca tulpinile subţiri ale anumitor graminee sau ca perii lungi şi flexibili ai unei perii, ori ca frunzele subţiri şi rigide ca cele de *Asparagus*, pe care le apucă, pe toate, în mod admirabil. Aceasta se datoreşte faptului că extremităţile ramurilor aproape de micile cîrlige sînt foarte sensibile la atingerea celui mai subţire obiect în jurul căruia ulterior ele se încolăcesc şi pe care se caţără. De exemplu, atunci cînd o perie mică a fost pusă lîngă un cîrcel, vîrfurile fiecărei ramuri secundare au apucat unul, doi sau trei din perii regizi ai periei; iar apoi contracţia [în încolăcire] spiralată a diferitelor ramuri a dus toate aceste mici mănunchiuri aproape unele de altele, aşa încît 30 sau 40 de peri au fost strînşi într-un singur mănunchi, care a oferit un suport excelent.

POLEMONIACEAE. — Cobaea scadens. — Aceasta este o caţărătoare excelent construită. Cîrceii de pe o plantă frumoasă erau lungi de 27,5 cm, cu peţiolul avînd două perechi de foliole lungi de numai 6,25 cm. Cîrceii se rotesc mai rapid şi mai viguros decît cei ai oricărei plante purtătoare de cîrcei observată de mine, cu excepţia unei forme de *Passiflora*. Trei mişcări mari, aproape circulare, îndreptate în sens contrar soarelui au fost executate fiecare în cîte o oră şi 15 min; şi alte două cercuri într-o oră şi 20 min şi o oră şi 23 min. Uneori un cîrcel se deplasează într-o poziţie foarte înclinată, iar uneori aproape vertical. Partea inferioară nu se mişcă decît puţin, iar peţiolul de loc; şi nici internodiile nu se rotesc; aşa încît se mişcă numai cîrcelul. Pe de altă parte la majoritatea speciilor de *Bigno-*

nia și de *Eccremocarpus* internodiile, cîrceii și peţiolurile se rotesc toate. Tulpina principală lungă, dreaptă și conică a cîrcelului de *Cobaea* poartă ramuri alterne; și fiecare ramură se ramifică de mai multe ori, rămurelele cele mai subţiri nedepășind grosimea unui păr și sînt extrem de sensibile, așa încît se mișcă la orice adiere de vînt; totuși ele sînt rezistente și foarte elastice. Extremitatea fiecărei ramuri este puţin turtită și se termină cu un cîrlig dublu foarte mic (deși uneori unul singur), format dintr-o substanţă tare, translucidă, lemnoasă, ascuţit ca acul cel mai subţire. Pe un cîrcel lung de 27,5 cm am numărat 94 din aceste mici cîrlige frumos construite. Ele se prind ușor de lemnul moale sau de mănuși sau de pielea mîinii goale. Cu excepţia acestor cîrlige întîrite și a părţii bazale a tulpinii centrale, fiecare parte a fiecărei rămurele este sensibilă din toate părţile la cea mai ușoară atingere și se îndoaie în cîteva minute înspre partea atinsă. Frecînd ușor mai multe ramuri secundare de pe părţile opuse, întregul cîrcel ia rapid o formă extraordinar de întortocheată. Aceste mișcări provocate de atingeri nu interferează cu mișcarea de rotire obișnuită. După ce se curbează considerabil în urma atingerii, ramurile se îndreaptă cu o viteză mai mare decît a oricărui alt cîrcel văzut de mine, și anume între o jumătate de oră și o oră. După ce cîrcelul a prins vreun obiect, contractarea [în încolăcirea] spiralată începe și ea după un interval de timp neobișnuit de scurt, și anume în circa douăsprezece ore.

Înainte de maturizarea cîrcelului, rămurelele terminale rămîn unite, iar cîrligele sînt răsucite strîns spre interior. În această perioadă nici o parte nu este sensibilă la atingere; de îndată însă ce ramurile se despart și cîrligele ies în evidenţă, cîrcelul devine pe deplin sensibil. Un fapt remarcabil este că deși nematuri, cîrceii se rotesc cu viteza lor deplină înainte de a deveni sensibili, însă în mod inutil, deoarece în această stare ei nu se pot căţăra pe nimic. Această lipsă de coadaptare perfectă între structura și funcţiile unei plante căţărătoare, deși numai pentru scurt timp, este un fenomen rar. De îndată ce este gata să acţioneze, cîrcelul stă vertical în sus, împreună cu peţiolul care îl susţine. Foliolele de pe peţiol sînt în această perioadă foarte mici, iar vîrful tulpinii în creștere este aplecat într-o parte, așa încît să nu fie în drumul cîrcelului care se rotește și execută cercuri mari exact deasupra. Cîrceii se rotesc astfel într-o poziţie bine adaptată pentru a se căţăra pe obiectele care se află deasupra; și în acest mod este favorizată ascensiunea plantei. Dacă nu se prinde de nici un obiect, frunza cu cîrcelul ei se apleacă în jos și pînă în cele din urmă adoptă o poziţie orizontală. Este lăsat astfel un spaţiu liber, pentru a permite cîrcelului următor și mai tînăr să stea vertical în sus și să se rotească în libertate. De îndată ce un cîrcel bătrîn se îndoaie în jos, el își pierde toată capacitatea de mișcare și se contractă [încolăcindu-se] spiralat într-o masă încîlcită. Deși cîrceii se rotesc cu o rapiditate neobișnuită, mișcarea nu durează decît scurt timp. La o plantă pusă în seră și crescînd viguros, un cîrcel nu s-a rotit mai mult de 36 de ore, socotind de la perioada cînd a devenit pentru prima dată sensibil; în această perioadă cîrcelul a executat probabil nu mai puţin de 27 de rotaţii.

Atunci cînd un cîrcel care se rotește se lovește de un suport, ramurile se încovoaie în jurul lui și îl cuprind. Aici micile cîrlige joacă un rol important, întrucît împiedică ca ramurile să nu fie trase și îndepărtate de către mișcarea rapidă de rotaţie, înainte ca aceste cîrlige să fi avut timp să cuprindă puternic suportul. Așa este mai ales în cazul cînd numai extremitatea unei ramuri a prins un suport. De îndată ce un cîrcel s-a încolăcit în jurul unui băţ neted sau al unui stîlp gros și aspru, ori a venit în contact cu lemn dat la rindea (deoarece el poate adera

temporar chiar de o suprafață atît de netedă ca aceasta), pot fi observate aceleași mișcări neobișnuite ca cele descrise la *Bignonia capreolata* și *Eccremocarpus*. Ramurile se ridică și se lasă de repetate ori; cele care au de pe acum cîrligele îndreptate în jos rămîn în această poziție și fixează cîrcelul, pe cînd celelalte se răsucesc în toate părțile pînă ce reușesc să se aranjeze potrivit cu toate neregularitățile suprafeței și să-și aducă cîrligele în contact cu lemnul. Utilitatea cîrligelor se manifestă bine atunci cînd drept obiecte de apucat se ofereau cîrceilor tuburi și fișii de sticlă, deși cîrceii le cuprindeau temporar, apoi le eliberau, fie în timpul dearanjării ramurilor, fie în cele din urmă cînd se producea contractarea [în încolăcirea] spiralată.

O priveliște plăcută este modul perfect în care ramurile s-au aranjat, tîrîndu-se ca niște radicule pe deasupra oricărei inegalități a suprafeței și în orice crăpătură adîncă; această operație este executată mai eficient de această specie decît de oricare alta. Acțiunea este fără îndoială mai remarcabilă, deoarece suprafețele superioare ale tulpinii principale, precum și ale fiecărei ramuri pînă la cîrligele terminale sînt colțuroase și verzi, iar suprafețele inferioare sînt rotunjite și purpurii. A trebuit să deduc, ca și în cazurile anterioare, că o cantitate mai mică de lumină a îndrumat aceste mișcări ale ramurilor cîrceilor. Am făcut multe încercări cu cartoane albe și negre și cu tuburi de sticlă pentru a dovedi aceasta, însă, din diferite motive, am dat greș; totuși, aceste experiențe mi-au confirmat presupunerea. Deoarece un cîrcel reprezintă o frunză divizată în numeroase segmente, nu este de loc surprinzător faptul că toate segmentele își întorc suprafețele superioare spre lumină, de îndată ce cîrcelul se cațără și nu se mai rotește. Aceasta nu explică însă mișcarea întreagă, întrucît de fapt segmentele nu numai că se întorc în jurul axei lor așa încît suprafețele lor superioare să fie îndreptate spre lumină, dar se îndoaie și se răsucesc înspre partea întunecată.

Atunci cînd *Cobaea* crește în aer liber, vîntul trebuie să ajute cîrceii extrem de flexibili să se prindă de un suport, deoarece am constatat că o simplă adiere a fost suficientă pentru ca ramurile extreme să se prindă cu cîrligele de o vergea la care ele nu ar fi putut ajunge prin mișcarea de rotație. S-ar fi putut crede că un cîrcel astfel cățărat de extremitatea unei singure ramuri nu ar putea prinde cum trebuie suportul său. De multe ori am observat cazuri ca cel ce urmează: un cîrcel s-a prins de un băț subțire cu ajutorul cîrligelor uneia din rămurile sale extreme; deși susținut astfel de către vîrful său, el încă mai încerca să se rotească, îndoindu-se în toate părțile și prin această mișcare extremitatea celeilalte ramuri s-a prins curînd de băț. Atunci prima ramură s-a desprins și, aranjîndu-și cîrligele, s-a prins iar de băț. După cîtva timp, prin mișcarea continuă a cîrcelului s-au agățat cîrligele unei a treia ramuri. În poziția în care se găsea atunci cîrcelul, nici o altă ramură nu ar fi putut atinge bățul. Curînd însă, partea superioară a tulpinii principale a început să se contracte încolăcindu-se într-o spirală deschisă. Ea a tras astfel înspre băț lăstarul pe care era cîrcelul și întrucît acesta încerca mereu să se rotească, o a patra ramură a fost adusă în contact cu bățul. Și pînă în cele din urmă, prin faptul că contracția [în încolăcirea] spiralată s-a extins atît pe tulpina principală cît și pe ramuri, toate, una după alta, au fost aduse în contact cu bățul. Ele s-au încolăcit apoi în jurul bățului și una în jurul alteia, pînă ce întregul cîrcel a format un nod inextricabil. Cîrceii, deși la început erau foarte flexibili, după ce au cuprins cîtva timp un suport au devenit mai rigizi și mai puternici decît erau la început. Astfel, planta este perfect fixată de suportul ei.

LEGUMINOSAE. — Pisum sativum. — Mazărea comună a fost obiectul unui memoriu valoros al lui Dutrochet [4], care a descoperit că internodiile și cîrceii se rotesc în elipse. În general elipsele sînt foarte înguste, dar uneori se apropie de cercuri. Am observat de mai multe ori că axa mai lungă și-a schimbat încet direcția, ceea ce constituie un fapt important, deoarece cîrcelul se rotește pe un spațiu mai larg. Datorită acestei schimbări de direcție, precum și mișcării tulpinii spre lumină, elipsele neregulate consecutive formează în general o spirală neregulată. Am socotit să dau în desen traseul urmat de internodul superior (mișcarea cîrcelului fiind neglijată) al unei plante tinere între ore 8,40 și 21,15. Traseul a fost înregistrat pe o emisferă de sticlă așezată deasupra plantei, punctele cu cifre arătînd orele de observație; fiecare punct a fost unit printr-o linie dreaptă. Fără îndoială că toate liniile ar fi fost curbe, dacă mersul ar fi fost observat la intervale mult mai scurte. Extremitatea pețiolului din care a luat naștere tînărul cîrcel era la 5 cm de emisfera de sticlă, așa încît dacă s-ar fi putut fixa de pețiol un creion lung de 5 cm, ar fi înregistrat desenul alăturat pe partea inferioară a sticlei; trebuie totuși reamintit că desenul este redus la jumătate. Neglijînd prima mare mișcare spre soare de la cifra 1 la 2, capătul pețiolului s-a deplasat de-a curmezișul unui spațiu de 10 cm într-o direcție și de 7,5 cm într-alta. Întrucît un cîrcel pe deplin dezvoltat este lung de peste 5 cm și, deoarece, cîrcelul însuși se apleacă și se rotește în concordanță cu internodul, mișcarea se execută pe un spațiu mult mai larg decît cel reprezentat aici pe o scară redusă. Dutrochet a observat efectuarea unei elipse într-o oră și 20 min, iar eu am văzut una efectuată într-o oră și 30 min. Direcția urmată este variabilă, fie după, fie contra mișcării soarelui.

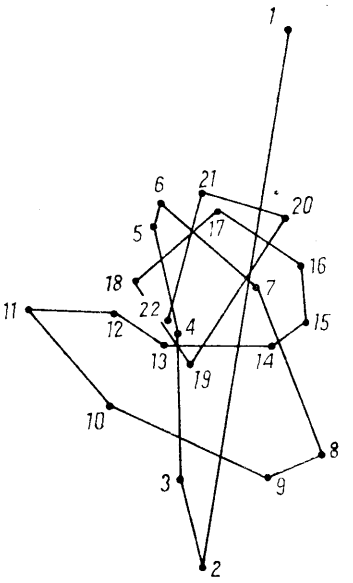


Fig. 6. — Diagramă arătînd mișcarea internodului superior de mazăre comună, înregistrată pe un clopot de sticlă și transpusă pe hîrtie; redusă la jumătate din dimensiune (1 august).

Nr.	Ore	Minute	Nr.	Ore	Minute	Nr.	Ore	Minute
1	8	46	9	13	55	16	17	25
2	10	0	10	14	25	17	17	50
3	11	0	11	15	0	18	18	25
4	11	37	12	15	30	19	19	0
5	12	7	13	15	48	20	19	45
6	12	30	14	16	40	21	20	30
7	13	0	15	17	5	22	21	15
8	13	30						

Dutrochet afirmă că pețiolurile frunzelor, precum și internodiile tinere și cîrceii (tineri) se rotesc spontan; el nu spune însă dacă a fixat internodiile; cînd am făcut eu aceasta, nu am putut detecta niciodată vreo mișcare a pețiolului, în afară numai de cea înspre și dinspre lumină.

Pe de altă parte, atunci cînd internodiile și pețiolurile sînt fixate, cîrceii descriu spirale neregulate sau elipse regulate, exact ca cele executate de internodii. Un cîrcel tînăr, lung de numai 2,8 cm, s-a rotit. Dutrochet a arătat că atunci cînd o plantă este așezată într-o cameră așa încît lumina să intre lateral, internodiile se deplasează mult mai repede înspre lumină decît înspre partea opusă ei; el afirmă, pe de altă parte, că însuși cîrcelul se deplasează în contra luminii către partea întunecată a camerii. Cu tot respectul datorat acestui mare observator, cred că el a greșit prin faptul că nu a fixat internodiile. Am luat o plantă tînără cu cîrcei foarte sensibili și am legat pețiolul așa încît numai cîrcelul se putea mișca;

[4] „Comptes Rendus", 1843, vol. XVII, p. 989.

el a completat o elipsă perfectă într-o oră și 30 min; am întors apoi puțin planta, ceea ce nu a produs nici o modificare în direcția elipsei următoare. În ziua următoare am observat o plantă fixată la fel, pînă ce cîrcelul (care era foarte sensibil) a executat o elipsă într-o linie exact spre și contra luminii și mișcarea era atît de mare, încît la capetele drumului său eliptic cîrcelul s-a aplecat puțin sub orizontală, deplasîndu-se astfel cu peste 180°; curbura era însă tot atît de mare înspre lumină, ca și înspre partea întunecată a camerei. Cred că Dutrochet a fost indus în eroare prin faptul că nu a fixat internodiile și că a observat o plantă ale cărei internodii și cîrcei nu se mai curbau în concordanță, datorită inegalității vîrstei lor.

Dutrochet nu a făcut nici o observație asupra sensibilității cîrceilor. Cît timp aceștia sînt tineri și lungi de circa 2,5 cm, cu foliolele de pe petiol numai parțial desfăcute, ei sînt foarte sensibili; o singură atingere ușoară pe suprafața inferioară sau concavă aproape de vîrf i-a făcut să se îndoaie rapid, după cum a acționat uneori un lat de ață în greutate de 9,25 mg. Suprafața superioară sau convexă este de-abia sensibilă sau chiar de loc. După ce se apleacă din cauza unei atingeri, cîrceii se îndreaptă în circa două ore și sînt apoi gata de a acționa din nou. De îndată ce încep să îmbătrînească, extremitățile celor două sau trei perechi de ramuri ale lor iau forma de cîrlige și par să formeze atunci un instrument excelent pentru apucat; ceea ce nu este însă cazul, întrucît în această perioadă ele și-au pierdut în general complet sensibilitatea; și atunci cînd sînt cățărate pe suporturi, unele nu sînt influențate de loc, iar altele necesită între 18 și 24 de ore înainte de a le cuprinde. Totuși, acești cîrcei au fost în măsură să folosească ultimul vestigiu de iritabilitate, prin faptul că extremitățile lor erau în formă de cîrlig. În cele din urmă, ramurile laterale se contractă spiralat, însă tulpina mijlocie sau principală nu se încovoaie.

Lathyrus aphaca. — Această plantă este lipsită de frunze, exceptînd vîrsta foarte timpurie; frunzele sînt apoi înlocuite prin cîrcei, iar rolul frunzelor îl îndeplinesc stipulele mari. De aceea era de prevăzut că [acești] cîrcei să fi fost organizați, ceea ce nu era cazul. Aceștia sînt moderat de lungi, subțiri și lipsiți de ramuri, cu vîrfurile puțin curbate. Cît timp sînt tineri, ei sînt sensibili din toate părțile, însă mai ales pe partea concavă a extremității. Ei nu au capacitatea de rotire spontană, însă la început sînt curbați în sus într-un unghi de circa 45°, mișcîndu-se apoi într-o poziție orizontală, aplecîndu-se în cele din urmă în jos. Pe de altă parte, internodiile tinere se rotesc în elipse, antrenînd după ele cîrceii. Două elipse au fost efectuate, fiecare în cîte circa 5 ore, axele lor lungi fiind îndreptate într-un unghi de 45° față de axa elipsei efectuată anterior.

Lathyrus grandiflorus. — Plantele observate erau tinere și nu creșteau viguros, însă suficient, cred, pentru ca observațiile mele să fie demne de încredere. Dacă este așa, atunci avem cazul rar în care nici internodiile și nici cîrceii nu se rotesc. Cîrceii plantelor viguroase sînt lungi de peste 10 cm, și sînt adesea despărțiți în trei ramuri; vîrfurile sînt curbate și sensibile pe partea lor concavă; partea inferioară a tulpinii centrale nu este aproape de loc sensibilă. Această plantă pare deci să se cațere numai prin faptul că, prin creșterea tulpinii și mai eficace prin acțiunea vîntului, cîrceii săi sînt aduși în contact cu obiecte înconjurătoare pe care apoi le cuprind. Pot adăuga că internodiile sau cîrceii sau ambele se rotesc la *Vicia sativa.*

COMPOSITAE. — *Mutisia clematis.* — După cum se știe, imensa familie a *Compositae*-lor cuprinde foarte puține plante cățărătoare. Am văzut în primul capitol că *Mikania scandens* este o plantă cățărătoare obișnuită, iar F. Müller

mă informează că în sudul Braziliei există o altă specie care se cațără prin frunze. *Mutisia* este singurul gen din familie care, după cum aflu, are cîrcei; de aceea, este interesant de constatat că aceștia, deși oarecum mai puțin metamorfozați din starea lor foliară inițială decît majoritatea altor cîrcei, prezintă totuși toate mișcările caracteristice obișnuite, atît cele spontane, cît și cele determinate de atingere.

Frunza lungă poartă șapte sau opt foliole alterne și se termină cu un cîrcel care la o plantă de dimensiune considerabilă era lung de 12,5 cm. În general, cîrcelul constă din trei rămurele și, deși mult alungite, acestea reprezintă evident peţiolurile și nervurile mediane ale foliolelor; întrucît ele seamănă îndeaproape cu aceleași părți ale unei frunze obișnuite, fiind dreptunghiulare pe suprafața superioară, brăzdată și tivită cu verde. În plus, bordura verde a plantelor tinere se dezvoltă uneori într-un limb îngust. Fiecare ramură este aplecată puțin în jos și la extremitate are întrucîtva forma unui cîrlig.

Un internodiu superior tînăr se rotea, judecînd după trei rotații, cu o viteză medie de o oră și 38 min; el a executat elipse cu axele lungi îndreptate în unghi drept una față de alta; însă se pare că planta nu se poate înfășura. Atît peţiolurile, cît și cîrceii sînt în permanentă mișcare. Mișcarea lor este însă mai înceată și mai puțin regulat eliptică decît cea a internodiilor. Ele par mult influențate de lumină, întrucît de obicei întreaga frunză se apleacă în timpul nopții și se ridică în timpul zilei; în timpul zilei se mișcă de asemenea spre apus, urmînd o linie intortocheată. Vîrful cîrcelului este foarte sensibil pe suprafața sa inferioară; și unul care de-abia a fost atins cu un beţișor s-a curbat vizibil în 3 min, iar un altul în 5 min; suprafața superioară nu este cîtuși de puțin sensibilă; laturile sînt moderat de sensibile, așa încît două ramuri care au fost frecate pe părțile lor interioare au devenit convergente și s-au încrucișat reciproc. Peţiolul frunzei și părțile inferioare ale cîrcelului, la jumătatea drumului dintre foliola superioară și ramura cea mai de jos, nu sînt sensibile. După ce s-a curbat dintr-o atingere, un cîrcel s-a îndreptat iarăși în circa 6 ore și era gata să acționeze iarăși; însă unul care fusese frecat atît de brutal încît s-a încovoiat în spirală, nu s-a mai îndreptat decît după 13 ore. Cîrceii își păstrează sensibilitatea pînă la o vîrstă neobișnuit de înaintată; astfel, un cîrcel de pe o frunză sub care se aflau deja cinci sau șase frunze deplin dezvoltate mai continua să acționeze. Dacă un cîrcel nu prinde nimic, după un timp îndelungat vîrfurile ramurilor se încovoaie puțin spre interior; dacă cuprinde însă ceva, întreg cîrcelul se contractă [încolăcindu-se] spiralat.

SMILACEAE. — Smilax aspera, var. *maculata*. — Aug. St.-Hilaire[5] consideră că, atunci cînd ies în perechi din peţiol, cîrceii reprezintă foliolele laterale transformate. Însă Mohl (p. 41) îi consideră ca fiind stipule modificate. Acești cîrcei sînt lungi de 3,75—4,37 cm, subțiri și cu extremitățile ușor curbate și ascuțite. Ei diverg puțin și la început stau aproape vertical. Cînd sînt frecați ușor pe vreuna din părți, ei se apleacă încet spre acea parte, iar ulterior se îndreaptă din nou. Atunci cînd partea convexă sau posterioară este pusă în contact cu un suport, ea se curbează de-abia perceptibil într-o oră și 20 min, însă nu-l cuprinde decît după trecerea a 48 de ore; partea concavă a unui alt cîrcel s-a îndoit mult după 2 ore și a cuprins un suport după 5 ore. Pe măsură ce o pereche de cîrcei îmbătrînește, un cîrcel se îndepărtează din ce în ce mai mult de celălalt și ambii se îndoaie

[5] *Leçons de Botanique* etc., 1841, p. 170.

încet înapoi și în jos, așa încît după cîtva timp ei proemineză după tulpină, de partea opusă a celeia din care au provenit. În acest timp ei își mai mențin sensibilitatea și pot cuprinde un suport situat în dosul tulpinii. Datorită acestei capacități, planta este în măsură să se urce pe un suport subțire, vertical. Pînă în cele din urmă, cei doi cîrcei aparținînd aceluiași pețiol, dacă nu vin în contact cu vreun obiect, se încrucișează larg între ei în dosul tulpinii, ca în figura 7, *B*. Această mișcare a cîrceilor spre și în jurul tulpinii este, într-o anumită măsură, determinată de evitarea luminii de către ei; întrucît atunci cînd planta stătea astfel încît unul din cei doi cîrcei era obligat să se deplaseze înspre lumină și celălalt în contra luminii, acesta din urmă se mișca întotdeauna, după cum am observat de repetate ori, mai repede decît primul. Acești cîrcei nu se contractă niciodată în [cursul încolăcirii în] spirală. Probabilitatea pentru ei de a găsi un suport depinde de creșterea plantei, de vînt și de propria lor mișcare înceată înapoi și în jos, care, după cum tocmai am văzut, este determinată într-o anumită măsură de evitarea luminii; nici internodiile și nici cîrceii nu au o mișcare proprie de rotație. Din această din urmă condiție, din mișcările încete ale cîrceilor după atingere (deși sensibilitatea lor este menținută un timp neobișnuit de lung), din structura lor simplă și din lungimea redusă rezultă că această plantă este un cățărător mai puțin perfect decît oricare altă specie purtătoare de cîrcei observată de mine. Atîta timp cît planta este tînără și înaltă de numai cîțiva centimetri, ea nu produce cîrcei și avînd în vedere că ea nu crește decît pînă la înălțimea de circa 2,5 cm, că tulpina este în zigzag și prevăzută, ca și pețiolurile, cu ghimpi, este surprinzător că are cîrcei, deși aceștia sînt relativ ineficienți. Această plantă îți sugerează că s-ar putea cățăra numai cu ajutorul țepilor, ca murii noștri. Deoarece însă ea aparține unui gen ale cărui specii sînt prevăzute cu cîrcei mult mai lungi, putem bănui că ea posedă aceste organe numai datorită faptului că se trage din strămoși superior organizați în această privință.

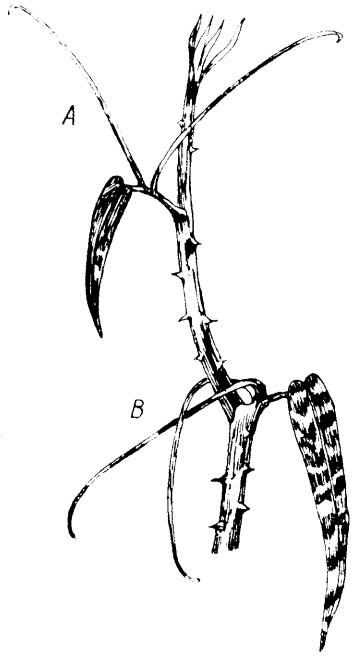


Fig. 7. — *Smilax aspera.*

FUMARIACEAE. — Corydalis claviculata. — După Mohl (p. 43), extremitățile tulpinii ramificate, precum și frunzele sînt transformate în cîrcei. La exemplarele examinate de mine, toți cîrceii erau fără îndoială foliari și este greu de crezut ca aceeași plantă să producă cîrcei de o natură omologă cu totul diferită. Totuși, după această afirmație a lui Mohl, am clasificat această specie printre plantele cu cîrcei; dacă ar fi clasată exclusiv după cîrceii săi foliari, ar fi îndoielnic dacă nu ar trebui situată printre plantele cățărătoare cu ajutorul frunzelor, împreună cu rudele sale *Fumaria* și *Adlumia*. Marea majoritate a așa-numiților cîrcei ai acestei plante mai au foliole, deși foarte reduse ca dimensiune; însă cîțiva din ei pot fi pe drept numiți cîrcei, întrucît sînt complet lipsiți de limb. În consecință, avem aici o plantă într-o stare realmente de tranziție de la cățărătoare cu ajutorul frunzelor la cele purtătoare de cîrcei. Atît timp cît planta este relativ tînără, numai frunzele exterioare, însă cînd e deplin dezvoltată toate frunzele își au extremitățile transformate în cîrcei mai mult sau mai puțin perfecți. Am exami-

nat exemplare dintr-o singură localitate, și anume Hampshire; și este posibil ca plante crescînd în condiții diferite să poată avea frunzele mai mult sau mai puțin transformate în adevărați cîrcei.

Atîta timp cît planta este foarte tînără, primele frunze formate nu sînt modificate în nici un fel, însă cele formate ulterior au foliolele terminale reduse și curînd toate frunzele capătă structura prezentată în figura 8. Această frunză avea nouă foliole, cele inferioare fiind foarte subdivizate. Porțiunea terminală a pețiolului, lungă de 3,75 cm (deasupra foliolei *f*), este mai subțire și mai alungită decît partea inferioară și poate fi considerată ca fiind cîrcelul. Foliolele de pe această parte sînt mult reduse, fiind în medie lungi de 0,25 cm și foarte înguste, o mică foliolă fiind lungă de 0,2116 cm și lată de 0,0339 cm, așa că era aproape microscopică. Toate foliolele reduse au nervuri ramificate și se termină cu mici țepi, ca cele ale foliolelor pe deplin dezvoltate. Se poate urmări fiecare gradație pînă ce ajungem la rămurele (ca *a* și *d* din figură), care nu prezintă nici un vestigiu de limb. Uneori toate rămurelele pețiolului sînt în această stare și atunci avem un cîrcel adevărat.

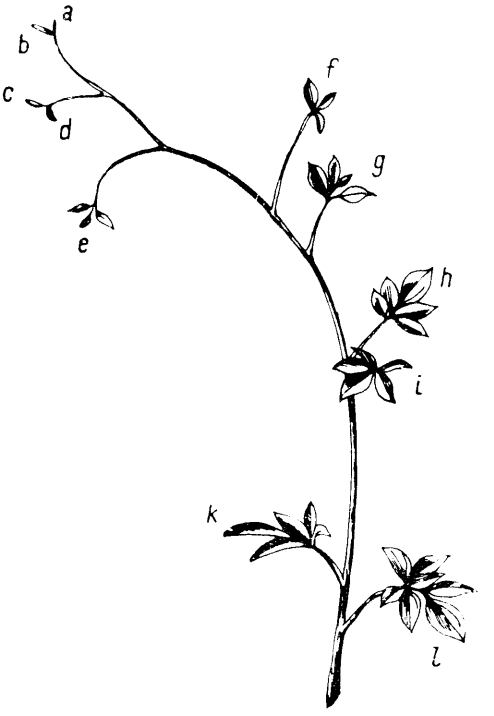


Fig. 8. — *Corydalis claviculata*. Frunză, cîrcel, în mărime naturală.

Diferitele ramuri terminale ale pețiolului purtînd foliole mult reduse (*a*, *b*, *c*, *d*) sînt foarte sensibile, întrucît un lat de ață cîntărind numai 4,05 mg le-a făcut să se aplece considerabil în mai puțin de 4 ore. Cînd latul de ață a fost îndepărtat, pețiolurile s-au îndreptat cam în același timp. Pețiolul (*e*) este oarecum mai puțin sensibil iar la un alt exemplar la care pețiolul corespunzător avea foliole puțin mai mari, un lat de ață cîntărind 8,1 mg nu l-a făcut să se aplece decît după 18 ore. Laturi de ață, cîntărind 16,2 mg, lăsate pe pețiolurile inferioare (*f* la *l*) timp de mai multe zile, nu au produs nici un efect. Totuși, cele trei pețioluri, *f*, *g* și *h*, nu erau complet insensibile, deoarece, atunci cînd au fost lăsate în contact cu un suport timp de o zi sau două, ele s-au încolăcit încet în jurul lui. Astfel, sensibilitatea pețiolului se mișorează treptat de la extremitatea în formă de cîrcel înspre bază. Internodiile tulpinii nu sînt cîtuși de puțin sensibile, ceea ce face cu atît mai surprinzătoare, pentru a nu spune improbabilă afirmația lui Mohl că ele sînt uneori transformate în cîrcei.

Atîta timp cît este tînără și sensibilă, întreaga frunză stă aproape vertical în sus, după cum am văzut la mulți cîrcei. Ea este în continuă mișcare și cea pe care am observat-o se mișca cu o viteză medie de circa 2 ore de fiecare rotație, efectuînd elipse mari deși neregulate, care uneori erau înguste, alteori largi, cu axele lungi îndreptate spre diferite puncte cardinale. Internodiile tinere de asemenea se roteau neregulat în elipse sau spirale; așa încît prin aceste mișcări combinate s-a parcurs un spațiu considerabil [în căutarea] unui suport. Dacă porțiunea terminală și subțiată a unui pețiol nu reușește să prindă vreun obiect, pînă în cele din urmă ea se apleacă în jos și spre interior și curînd își pierde toată iritabilitatea și capacitatea de mișcare. Această aplecare în jos se deosebește mult

prin natura ei de cea care are loc la extremităţile frunzelor tinere ale multor specii de *Clematis*, deoarece, atunci cînd acestea din urmă sînt aplecate în jos sau în formă de cîrlig, ele dobîndesc pentru prima dată întreaga lor sensibilitate.

Dicentra thalictrifolia. — La această plantă înrudită cu cea precedentă, metamorfoza foliolelor terminale este completă şi ele sînt transformate în cîrcei perfecţi. Atîta timp cît planta este tînără, cîrceii par ramuri modificate, iar un distins botanist credea că ei aveau această natură; dar, după cum mă asigură dr. Hooker, la o plantă pe deplin dezvoltată nu poate exista îndoială că ei sînt frunze modificate. Cîrceii pe deplin dezvoltaţi sînt lungi de 12,5 cm; ei se bifurcă de două, trei sau chiar de patru ori; extremităţile lor sînt în formă de cîrlig sau boante. Toate ramurile cîrceilor sînt sensibili din toate părţile, însă porţiunea bazală a tulpinii principale nu este decît puţin sensibilă. Atunci cînd ramurile terminale sînt uşor frecate cu un beţişor, ele se curbează în decursul a 30—42 de minute şi se îndreaptă în 10—20 de ore. Un laţ de aţă cîntărind 8,1 mg a făcut în mod evident ca ramurile mai subţiri să se aplece, cum a făcut şi un laţ de aţă cîntărind 4,05 mg; însă această ultimă greutate, deşi lăsată suspendată, nu a fost suficientă pentru a produce o curbură permanentă. Întreaga frunză cu cîrcelul său, precum şi internodiile superioare tinere se rotesc viguros şi repede, deşi neregulat, parcurgînd astfel un spaţiu larg. Desenul înregistrat pe un clopot de sticlă a fost fie o spirală neregulată, fie o linie în zigzag. Cea mai mare asemănare cu o elipsă a fost un 8 alungit cu un capăt deschis şi acesta a fost executat într-o oră şi 53 min. În 6 ore şi 17 min un alt lăstar a executat o figură complicată reprezentînd trei elipse şi jumătate. Atunci cînd partea inferioară a peţiolului purtînd foliolele a fost strîns fixată, cîrcelul însuşi a descris figuri similare, însă mult mai mici.

Această specie se caţără bine. După ce cuprind un suport, cîrceii se îngroaşă şi devin mai rigizi, însă cîrligele boante nu se întorc şi nu se adaptează la suprafaţa suportului, cum au făcut atît de perfect unele *Bignoniaceae* şi *Cobaea*. Cîrceii plantelor tinere, înalte de 60 sau 90 cm, au numai jumătatea lungimii celor de pe aceeaşi plantă cînd a crescut mai înaltă şi nu se contractă în spirală după ce cuprind un suport, ci devin numai puţin ondulaţi. Pe de altă parte, cîrceii pe deplin dezvoltaţi se contractă încolăcindu-se în spirală, în afară de porţiunea bazală groasă. Cîrceii care nu au apucat nimic se apleacă pur şi simplu în jos şi spre interior, ca extremităţile frunzelor de *Corydalis claviculata*. În toate aceste cazuri însă, după cîtva timp, peţiolul se îndoaie în unghi şi brusc în jos ca cel de *Eccremocarpus*.

CAPITOLUL AL IV-LEA

PLANTE CU CÎRCEI (continuare)

CUCURBITACEAE. — Natura omologă a cîrceilor — *Echinocystis lobata,* mișcările interesante ale cîrceilor pentru a evita de a se prinde de lăstarul terminal — Cîrceii nu sînt sensibili la contactul cu alți cîrcei sau la picături de apă — Mișcarea ondulatorie a extremității cîrcelului — *Hanburya,* discuri aderente — *Vitaceae* — Gradația dintre pedunculii florali și cîrceii viței de vie — Cîrceii viței sălbatice se întorc contra luminii și după atingere formează discuri adezive — *Sapindaceae* — *Passifloraceae* — *Passiflora gracilis* — Mișcarea rapidă de rotație și sensibilitatea cîrceilor — Nu sînt sensibili la contactul cu alți cîrcei sau la picături de apă — Contracția spiralată a cîrceilor — Rezumat asupra naturii și acțiunii cîrceilor.

CUCURBITACEAE. — Persoane competente au considerat cîrceii acestei familii ca frunze, stipule sau ramuri modificate sau ca fiind parțial frunză și parțial ramură. De Candolle este de părere că prin natura lor omologă cîrceii se deosebesc la două din triburi [1]. Din faptele prezentate recent de Berkeley, acesta este de părere că ipoteza lui Payez este cea mai probabilă, și anume că un cîrcel este „o porțiune separată a frunzei"; se pot spune însă multe și în favoarea părerii că este un peduncul floral modificat [2].

Echinocystis lobata. — Am făcut multe observații asupra acestei plante (obținută din semințe ce mi-au fost trimise de prof. Asa Gray), întrucît mișcările spontane de rotație observate de mine mai întîi m-au intrigat considerabil. Observațiile mele pot fi acum mult condensate. Am observat 35 de rotiri ale internodiilor și cîrceilor; viteza cea mai redusă a fost de 2 ore, iar cea medie, fără vreo mare fluctuație, de o oră și 40 min. Uneori legam internodiile, așa încît numai cîrceii se mișcau; alteori amputam cîrceii cînd erau foarte tineri, așa încît internodiile se roteau singure; viteza nu a fost însă influențată în acest fel. Mersul

[1] Sînt îndatorat prof. Oliver pentru informații asupra acestui subiect. În „Bull. Soc. Bot. de France", 1857, există numeroase discuții asupra naturii cîrceilor la această familie.

[2] „Gardener's Chronicle, 1864, p. 721. Din afinitatea *Cucurbitaceae*-lor cu *Passifloraceae*-le se poate susține că la primele cîrceii sînt pedunculi florali modificați, după cum este cu siguranță cazul la pedunculii florilor de grădină. D. R. Holland (Hardwicke, „Science Gossip", 1865, p. 105) afirmă: „acum cîțiva ani, în grădina mea a crescut un castravete la care unul din țepii scurți de pe fruct a devenit un cîrcel lung și răsucit".

urmat în general era după soare, însă adesea în direcție opusă. Uneori mișcarea se oprea sau se inversa pentru scurt timp, ceea ce pare să se fi datorat influenței luminii, ca de pildă atunci cînd am așezat o plantă aproape de o fereastră. Într-un caz, un cîrcel bătrîn, care aproape că nu se mai rotea, s-a mișcat într-o direcție, pe cînd un cîrcel tînăr de deasupra a urmat un mers opus. Numai cele două internodii de sus se rotesc; și deîndată ce internodiul inferior îmbătrînește, numai partea sa superioară mai continuă să se miște. Elipsele sau cercurile executate de vîrfurile internodiilor au diametrul de circa 7,5 cm, în vreme ce cele descrise de vîrfurile cîrceilor au diametrul de 37,5—40 cm. În cursul mișcării de rotație, internodiile se apleacă spre toate punctele cardinale; într-o parte a mersului lor ele sînt adesea aplecate împreună cu cîrceii cu circa 45° față de orizontală, iar în altă parte stau vertical în sus. Ceva din aspectul internodiilor care se roteau dădea încontinuu greșita impresie că mișcarea lor se datora greutății lungului cîrcel care se rotea spontan; amputîndu-l însă cu niște foarfeci ascuțiți, vîrful lăstarului s-a ridicat numai puțin și a continuat să se rotească. Această impresie greșită pare să se datoreze faptului că internodiile și cîrceii se apleacă și se mișcă armonios împreună.

Deși în cea mai mare parte a mersului său un cîrcel care se rotea era înclinat într-un unghi de circa 45° (într-un caz de numai 37°) deasupra orizontalei, el s-a întărit și s-a îndreptat de la vîrf la bază într-o anumită parte a mersului său, devenind astfel aproape sau complet vertical. Am asistat de repetate ori la acest fenomen care se producea atît cînd internodiile care suportau erau libere, precum și cînd ele erau fixate; mai bătător la ochi era însă poate în acest din urmă caz sau atunci cînd se întîmpla ca lăstarul să fie foarte înclinat. Cîrcelul formează un unghi foarte ascuțit cu extremitatea proeminentă a tulpinii sau a lăstarului; și întărirea avea întotdeauna loc pe măsură ce cîrcelul se apropia și în mersul său trebuia să treacă pe deasupra lăstarului. Dacă nu ar fi posedat și exercitat această curioasă capacitate, el s-ar fi lovit de extremitatea lăstarului și ar fi fost oprit. De îndată ce cîrcelul cu cele trei ramuri ale sale începe să se întărească în acest fel și să se ridice dintr-o poziție înclinată într-una verticală, mișcarea de rotire devine mai rapidă; și de îndată ce cîrcelul a reușit să treacă pe deasupra extremității lăstarului, adică a punctului celui mai dificil, mișcarea sa suprapunîndu-se cu cea produsă de greutatea sa îl face să cadă în poziția sa anterioară înclinată atît de rapid, încît vîrful său poate fi văzut deplasîndu-se ca minutarul unui ceas gigantic.

Cîrceii sînt subțiri, lungi de 17,5 — 22,5 cm, cu o pereche de ramuri laterale scurte răsărind nu departe de bază. Vîrful este ușor și permanent curbat, așa încît acționează într-o măsură limitată ca un cîrlig. Partea concavă a vîrfului este foarte sensibilă la atingere; însă nu și partea convexă, după cum a observat Mohl (p. 65) la alte specii ale familiei. Am dovedit de repetate ori această deosebire frecînd ușor de cinci sau șase ori partea convexă a unui cîrcel și numai de două sau de trei ori partea concavă a unui alt cîrcel și numai acesta din urmă s-a încolăcit spre interior. Cîteva ore mai tîrziu, după ce cîrceii care fuseseră frecați pe partea concavă se îndreptaseră, am inversat procesul de frecare, tot cu același rezultat. După atingerea părții concave, vîrful s-a curbat vizibil într-un minut sau două, iar dacă atingerea a fost mai brutală, el s-a încolăcit în spirală. După cîtva timp însă spirala s-a îndreptat și era iarăși gata să acționeze. Un ochi de ață subțire, în greutate de 4,05 mg, a determinat o curbare temporară. Partea inferioară a fost repetat frecată relativ brutal, însă nu a urmat nici o curbare; totuși, această

parte este sensibilă la apăsare prelungită, întrucît atunci cînd a venit în contact cu un suport, ea s-a încolăcit încet în jurul lui.

Una dintre plantele mele purta doi lăstari apropiaţi între ei şi cîrceii s-au încrucişat între ei de repetate ori, însă faptul neobişnuit era că nu s-au prins unul de altul. S-ar părea că ei se obişnuiseră cu asemenea atingere, întrucît apăsarea astfel provocată trebuie să fi fost mult mai mare decît cea cauzată de un ochi de aţă moale cîntărind numai 4,05 mg. Am văzut însă mai mulţi cîrcei de *Bryonia dioica* imbricaţi, ulterior însă ei s-au eliberat reciproc. Cîrceii de *Echinocystis* sînt de asemenea obişnuiţi cu picături de apă sau de ploaie, deoarece ploaia artificială produsă de o agitare violentă a unei perii ude deasupra lor nu a avut nici cel mai mic efect.

Mişcarea de rotaţie a unui cîrcel nu este oprită de curbarea extremităţii lui după ce fusese atins. Atunci cînd una dintre ramurile laterale a cuprins ferm un obiect, ramura mijlocie continuă să se rotească. Cînd o tulpină este aplecată în jos şi fixată, aşa încît cîrcelul atîrnă, însă este lăsat să se mişte liber, mişcarea ulterioară de rotaţie este aproape sau complet oprită; curînd însă el începe să se curbeze în sus şi de îndată ce a devenit orizontal, mişcarea de rotaţie reîncepe. Am încercat aceasta de patru ori; în general cîrcelul s-a ridicat pînă la o poziţie orizontală într-o oră sau o oră şi jumătate; într-un caz însă, în care un cîrcel atîrna într-un unghi de 45° sub orizontală, ridicarea în sus a necesitat două ore; ulterior, în jumătate de oră s-a ridicat pînă la 23° deasupra orizontalei şi apoi a început să se rotească. Această mişcare ascendentă este independentă de acţiunea luminii, deoarece a avut loc de două ori la întuneric, iar altă dată lumina nu a intrat decît dintr-o singură parte. Fără îndoială că mişcarea este determinată de opoziţia faţă de forţa gravitaţională, după cum este cazul ridicării plumulelor seminţelor în curs de germinare.

Un cîrcel nu îşi păstrează mult timp capacitatea de rotire; şi de îndată ce aceasta este pierdută, el se apleacă şi se contractă [încolăcindu-se] spiralat. După ce mişcarea de rotire s-a oprit, vîrful încă îşi păstrează scurt timp sensibilitatea la atingere, ceea ce plantei nu-i poate fi decît de puţin sau de nici un folos.

Deşi cîrcelul este foarte flexibil şi deşi extremitatea se deplasează în condiţii favorabile cu o viteză de circa 2,5 cm în 2¼ minute, totuşi sensibilitatea sa la atingere este atît de mare, încît aproape totdeauna apucă un băţ subţire aşezat în drumul lui. Cazul următor m-a surprins mult: am aşezat un băţ subţire, neted, cilindric (şi am repetat experienţa de şapte ori) atît de departe de cîrcel, încît extremitatea sa de-abia se putea încolăci pe jumătate sau pe treisferturi în jurul băţului; am constatat însă mereu că vîrful reuşea, în decurs de cîteva ore, să se încolăcească de două sau chiar de trei ori în jurul băţului. La început am crezut că aceasta se datora creşterii rapide de partea din afară; însă prin puncte colorate şi măsurători am dovedit că în acest timp nu a avut loc nici o sporire apreciabilă în lungime. Atunci cînd un suport plan a fost aşezat în acelaşi fel pe una din părţi, vîrful cîrcelului nu s-a putut curba dincolo de suprafaţa plană a suportului, ci s-a încolăcit într-o spirală care, întorcîndu-se într-o parte, a rămas turtită pe mica suprafaţă plană a lemnului. Într-un caz, o porţiune a unui cîrcel lung de 18,75 cm a fost astfel trasă [în sus] pe suprafaţa plată, prin încolăcirea în spirală. În acest fel însă, cîrcelul prinde suportul în mod foarte nesigur şi după cîtva timp alunecă şi se desprinde. Numai într-un singur caz spirala s-a descolăcit ulterior şi atunci vîrful a trecut în jurul suportului şi l-a cuprins. Formarea spiralei pe partea plană a suportului pare să ne arate că încercarea continuă a vîrfului de a se în-

covoia spre interior îi dă forța care trage cîrcelul în jurul suportului cilindric neted. În acest din urmă caz, în timp ce cîrcelul înainta tîrîndu-se încet și cu totul pe nesimțite, am observat de mai multe ori printr-o lupă că întreaga suprafață nu era în contact strîns cu suportul; și nu pot înțelege mișcarea de înaintare decît presupunînd că mișcarea este ușor ondulatorie sau vermiformă și că vîrful se îndreaptă puțin și apoi alternativ se curbează din nou spre interior. Vîrful se tîrăște înainte printr-o mișcare alternantă foarte înceată, care poate fi comparată cu cea a unui om puternic, suspendat de vîrful degetelor de o bară orizontală și care își mută degetele înainte pînă ce prinde bara cu toată palma mîinii. Oricum ar fi, faptul este cert că un cîrcel care a prins un suport rotund cu extremitatea sa, poate înainta pînă ce cuprinde de două și chiar de trei ori suportul, încolăcindu-l în mod definitiv.

Hanburya mexicana. — Internodiile tinere și cîrceii tineri ai acestui reprezentant anormal al familiei se rotesc în același fel și cam cu aceeași viteză ca cei de *Echinocystis*. Tulpina nu se încolăcește, însă ea se poate urca pe un suport vertical cu ajutorul cîrceilor săi. Vîrful concav al cîrcelului este foarte sensibil; după ce se încolăcise rapid formînd un inel, în urma unei singure atingeri, el s-a îndreptat în 50 de minute. Atunci cînd este în plină acțiune, cîrcelul stă vertical în sus, cu extremitatea proeminentă a tulpinii tinere aplecată puțin într-o parte pentru a nu fi în drumul cîrcelului; însă cîrcelul poartă pe partea interioară, aproape de bază, o ramură scurtă, rigidă, care proemineză în unghi drept ca un pinten, avînd jumătatea terminală aplecată puțin în jos. Deci, pe măsură ce ramura principală, verticală se rotește, pintenul, din cauza poziției și rigidității lui, nu poate trece peste extremitatea lăstarului în mod tot atît de ciudat ca și cele trei ramuri ale cîrcelului de *Echinocystis*, decît întărindu-se la un punct potrivit al drumului său. De aceea, pintenul este apăsat de tulpina tînără într-o porțiune a mersului său circular lateral, și astfel mersul părții inferioare a ramurii principale este mult mai limitat. La această specie intră în joc un frumos caz de coadaptare: la toți cîrceii celorlalte [specii] observate de mine, diferitele ramuri devin sensibile în aceeași perioadă; dacă ar fi fost așa cu *Hanburya*, ramura în formă de pinten, îndreptată spre interior, prin faptul că este apăsată de capătul care proemineză al lăstarului, în timpul mișcării de rotație l-ar fi prins fără îndoială în mod inutil și vătămător. Însă ramura principală a cîrcelului, după ce se rotește cîtva timp într-o poziție verticală, se apleacă spontan; și prin aceasta ridică ramura în formă de pinten, care se curbează de asemenea în sus; așa încît prin aceste mișcări combinate ea se ridică deasupra capătului proeminent al lăstarului și ramura cu pinten se poate mișca acum liber fără a atinge lăstarul, care acum devine pentru prima dată sensibil.

Atunci cînd vin în contact cu un suport, vîrfurile ambelor ramuri îl apucă ca orice cîrcel obișnuit. Însă, în decurs de cîteva zile, suprafața inferioară se umflă și se dezvoltă într-un strat celular care se adaptează strîns la lemnul suportului și aderă puternic de el. Stratul este analog discurilor adezive formate de extremitățile cîrceilor unor specii de *Bignonia* și *Ampelopsis*; la *Hanburya* însă, stratul celular se dezvoltă de-a lungul suprafeței terminale interne, uneori pe o lungime de 4,375 cm și nu la vîrful extrem. Stratul celular este alb, în vreme ce cîrcelul este verde, și aproape de vîrf el este uneori mai gros decît însuși cîrcelul; în general el se întinde puțin dincolo de laturile cîrcelului și este mărginit de celule alungite libere, care au capete globulare lărgite sau în formă de retorte. Acest strat celular pare să secrete o substanță adezivă rășinoasă, deoarece aderarea sa de lemn nu

s-a micșorat printr-o scufundare de 24 de ore în alcool sau apă, a fost însă slăbită printr-o scufundare similară în eter sau terebentină. După ce un cîrcel s-a încolăcit o dată cu putere în jurul unui suport, este greu de imaginat de ce folos poate fi stratul celular adeziv. Datorită contracției în spirală care urmează curînd, cu o singură excepție, cîrceii nu au putut rămîne în contact cu un suport gros sau cu o suprafață aproape plană; dacă cîrceii s-ar fi fixat repede cu ajutorul stratului adeziv, aceasta ar fi fost fără îndoială de folos plantei.

Cîrceii de *Bryonia dioica*, *Cucurbita ovifera* și *Cucumis sativa* sînt sensibili și se rotesc. Nu am observat dacă și internodiile se rotesc. La *Anguria warscewiczii* internodiile se rotesc, deși sînt groase și rigide; la această plantă suprafața inferioară a cîrcelului, după ce a cuprins un suport, produce un strat sau o pernă aspră celulară care aderă strîns la lemn, asemănător cu stratul format de cîrcelul de *Hanburya*, însă nu este cîtuși de puțin adeziv. La *Zanonia indica*, care aparține unui trib diferit al familiei, cîrceii bifurcați și internodiile se rotesc în perioade de 2 ore și 8 min, 3 ore și 35 min, mișcîndu-se în contra soarelui.

VITACEAE. — La această familie și la următoarele două și anume la *Sapindaceae* și la *Passifloraceae*, cîrceii sînt pedunculi florali modificați; de aceea sînt axiale prin natura lor. În această privință ele se deosebesc de toate cele descrise anterior, cu excepția, poate, a *Cucurbitaceae*-lor. Natura omologă a unui cîrcel nu pare totuși să producă vreo diferență în acțiunea lui.

Vitis vinifera. — Cîrcelul este gros și foarte lung; cîrcelul unei vițe crescînd în aer liber și nu prea viguroasă era lung de 40 cm. El constă dintr-un pedunchi (*A*), purtînd două ramuri care diverg în mod egal. Una din ramuri (*B*) are o sevamă la baza ei; ea este, după cum am văzut, întotdeauna mai lungă decît cealaltă, și adesea se bifurcă. Cînd sînt frecate, ramurile ei se curbează și ulterior se îndreaptă. După ce un cîrcel a cuprins vreun obiect cu extremitatea sa, el se contractă încolăcindu-se în spirală; aceasta nu se întîmplă însă (Palm, p. 56)

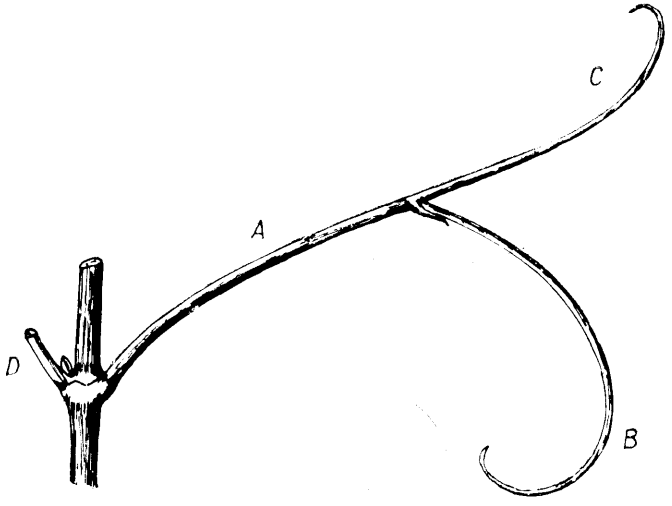


Fig. 9. — Cîrcel de viță de vie. *A*, Pedunchi; *B*, ramură mai lungă cu sevamă la baza sa; *C*, ramură mai scurtă; *D*, pețiolul frunzei opuse.

atunci cînd nu a fost apucat nici un obiect. Cîrceii se mișcă spontan dintr-o parte într-alta; iar pe o zi foarte călduroasă, unul a executat două rotații eliptice cu o viteză medie de 2 ore și 15 min. În decursul acestor mișcări, o linie colorată făcută de-a lungul suprafeței convexe [s-a deplasat], apărînd după cîtva timp pe una din părți, apoi pe partea convexă, apoi pe partea opusă, și în cele din urmă iar pe

partea convexă. Cele două ramuri ale aceluiași cîrcel au mișcări independente. După ce un cîrcel s-a rotit spontan cîtva timp, el s-a aplecat în contra luminii și înspre întuneric; nu afirm aceasta din propria mea autoritate; ci din cea a lui Mohl și Dutrochet. Mohl (p. 77) spune că, la o viță de vie plantată lîngă un zid, cîrceii sînt îndreptați spre acesta, iar într-o vie în general mai mult sau mai puțin spre nord.

Internodiile tinere se rotesc spontan; mișcarea este însă neobișnuit de mică. Un lăstar se găsea în fața ferestrei și i-am înregistrat mersul pe o placă de sticlă timp de două zile călduroase și absolut calme. Într-una din aceste zile el a descris, în decurs de zece ore, o spirală reprezentînd două elipse și jumătate. Am așezat de asemenea un clopot de sticlă pe o viță tînără de Muscat care se găsea în seră și în fiecare zi a executat trei sau patru rotații ovale foarte mici; lăstarul mișcîndu-se mai puțin de 1,25 cm. dintr-o parte într-alta. Dacă nu ar fi făcut cel puțin trei rotații în timp ce cerul era acoperit în mod uniform, aș fi atribuit această mică mișcare acțiunii variabile a luminii. Extremitatea tulpinii este mai mult sau mai puțin aplecată în jos, ea nu inversează însă niciodată curbarea ei, cum se întîmplă în mod atît de general la plantele volubile.

Diferiți autori (Palm, p. 55; Mohl, p. 45; Lindley etc.) sînt de părere că la vița de vie cîrceii sînt pedunculi florali modificați. Dau aici un desen (fig. 10) a stării obișnuite a unui peduncul floral tînăr: el constă din „pedunculul comun"

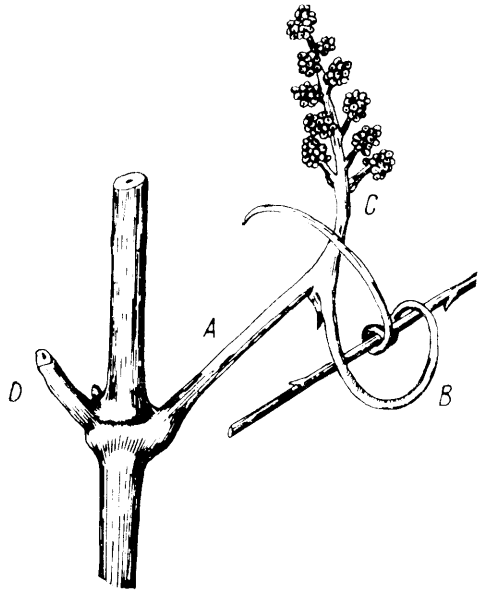


Fig. 10. — Pedunculul floral al viței de vie. *A*, Pedunculul comun; *B*, cîrcel floral cu o scvamă la bază; *C*, pedunculul secundar avînd mugurii florali; *D*, peţiolul frunzei opuse.

(*A*), „cîrcelul floral" (*B*), care este reprezentat ca prinzînd un băț și „pedunculul secundar" (*C*) purtînd muguri florali. Întregul peduncul floral se mișcă spontan, ca un cîrcel adevărat, însă într-o mai mică măsură; mișcarea este totuși mai mare atunci cînd pedunculul secundar (*C*) nu poartă mulți muguri florali. Pedunculul comun (*A*) nu are capacitatea de a cuprinde un suport, cum nu o are nici partea corespunzătoare a unui cîrcel adevărat. Cîrcelul floral (*B*) este întotdeauna mai lung decît pedunculul secundar (*C*) și are o scvamă la baza sa; uneori se bifurcă și de aceea corespunde în toate detaliile cu ramura mai lungă cu scvamă (fig. 9, *B*) a cîrcelului adevărat. El este îndoit înapoi în raport cu pedunculul secundar (*C*)

sau stă în unghi drept față de el și este în acest fel adaptat ca să ajute la susținerea viitorului ciorchine de strugure. Cînd este frecat el se curbează și ulterior se îndreaptă și poate, după cum se arată în desen, să cuprindă solid un suport. Am văzut cum un cîrcel s-a agățat de un obiect atît de moale ca frunza tînără de viță de vie.

Partea inferioară și nudă a pedunculului secundar (*C*) este de asemenea puțin sensibilă la frecare și am văzut-o curbîndu-se în jurul unui suport și chiar parțial în jurul unei frunze cu care a venit în contact. Că pedunculul secundar este de aceeași natură ca și ramura corespunzătoare a unui cîrcel obișnuît, se vede bine atunci cînd el poartă puține flori, deoarece în acest caz el este mai puțin ramificat, sporește în lungime și cîștigă atît în sensibilitate, cît și în capacitatea de a se mișca spontan. Am văzut de două ori peduncuri secundari care purtau între treizeci și patruzeci de muguri florali și care se alungiseră mult și se încolăciseră în jurul suporturilor exact ca niște cîrcei adevărați. Întreaga lungime a unui alt peduncul secundar, purtînd numai unsprezece muguri florali, s-a aplecat repede cînd a fost frecat ușor; încă chiar acest mic număr de flori a făcut tulpina mai puțin sensibilă decît cealaltă ramură și anume decît cîrcelul floral, întrucît acesta din urmă s-a aplecat mai repede și într-un grad mai mare după o frecare mai ușoară. Am văzut un peduncul secundar dens acoperit cu muguri florali, cu una din rămurelele laterale superioare avînd, din vreo cauză oarecare, numai doi muguri; și această rămurică se alungise mult și prinsese spontan o crenguță alăturată; de fapt el formase un mic cîrcel secundar. Lungimea sporită a pedunculului secundar (*C*) și numărul mieșorat de muguri florali constitue un bun exemplu al legii compensației. În conformitate cu același principiu, întregul cîrcel este întotdeauna mai lung decît pețiolul floral; pe aceeași plantă, de exemplu, cel mai lung pețiol floral (măsurat de la baza pedunculului comun pînă la vîrful cîrcelului floral) era lung de 21,25 cm, în vreme ce cel mai lung cîrcel era aproape de două ori mai lung, și anume de 40 cm.

Gradațiile de la starea obișnuită a unei tulpini florale, după cum este reprezentată în desen (fig. 10), pînă la cea a unui cîrcel adevărat (fig. 9) sînt complete. Am văzut că pedunculul secundar (*C*), atîta timp cît încă mai poartă între treizeci și patruzeci de muguri florali, uneori se alungește puțin și preia parțial toate caracterele ramurilor corespunzătoare ale unui cîrcel adevărat. De la această stare putem urmări fiecare stadiu, pînă ce ajungem la un cîrcel perfect, pe deplin dezvoltat, purtînd pe ramura care corespunde pedunculului secundar un singur mugur floral. Nu poate exista îndoială că aici cîrcelul este un peduncul floral modificat.

Un alt fel de gradație merită atenție. Cîrceii florali (fig. 10, *B*) produc uneori cîțiva muguri florali. De exemplu, pe o viță rezemată de casa mea erau 13 și respectiv 22 de muguri florali pe doi cîrcei florali, care încă își mai păstrau calitățile lor caracteristice de sensibilitate și de mișcare spontană, însă într-o mai mică măsură. Pe vițele de vie din seră sînt produse uneori atît de multe flori pe cîrceii florali, încît rezultă un ciorchine dublu de struguri; ceea ce grădinarii numesc tehnic un „buchet" („cluster"). În această stare, întregul mănunchi de flori nu prezintă aproape nici o asemănare cu un cîrcel; și, judecînd după faptele de mai sus, el nu ar putea să aibă decît o capacitate redusă de a cuprinde un suport sau de a se mișca spontan. Asemenea tulpini florale seamănă îndeaproape prin structură cu cele de pe *Cissus*. Acest gen, aparținînd tot *Vitaceae*-lor, produce cîrcei bine dezvoltați și mănunchiuri obișnuite de flori; nu există însă gradații între aceste două stări. Dacă nu s-ar fi cunoscut genul *Vitis*, cel mai îndrăzneț adept al [teoriei]

modificării speciilor nu ar fi presupus niciodată că aceeași plantă individuală, în aceeași perioadă de creștere, ar fi produs toate gradațiile posibile între pedunculii florali obișnuiți servind drept suport florilor și fructelor și cîrceii folosiți exclusiv pentru cățărat. Vița de vie prezintă însă în mod clar un asemenea caz; și îmi pare cel mai izbitor și interesant exemplu de tranziție ce se poate concepe.

Cissus discolor. — Lăstarii tineri nu prezintă nici o altă mișcare, în afară de cele care pot fi explicate prin variațiile zilnice ale acțiunii luminii. Cîrceii se rotesc însă cu multă regularitate, urmărind mersul soarelui și, la plantele observate de mine, au parcurs cercuri cu diametrul de circa 12,5 cm. Cinci cercuri au fost executate în timpii următori: 4 ore și 45 min, 4 ore și 50 min, 4 ore și 45 min, 4 ore și 30 min și 5 ore. Același cîrcel a continuat să se rotească trei sau patru zile. Cîrceii erau lungi de 8,75 — 12,5 cm. Ei sînt formați dintr-un peduncul lung purtînd două ramuri scurte, care la plantele bătrîne se bifurcă secundar. Cele două ramuri nu sînt chiar de aceeași lungime, și, ca și în cazul viței de vie, cea mai lungă are o scvamă la bază. Cîrcelul este vertical în sus, extremitatea lăstarului fiind aplecată brusc în jos, și această poziție este probabil utilă plantei, permițînd cîrcelului să se rotească liber vertical.

Ambele ramuri ale cîrcelului, cînd sînt tinere, sînt foarte sensibile. O atingere cu un creion, atît de delicată încît de-abia să miște un cîrcel de la capătul unui lăstar lung și flexibil, a fost deajuns să-l facă să se aplece perceptibil în patru sau cinci minute. El s-a îndreptat iarăși în ceva mai mult de o oră. Un lat de ață moale în greutate de 9,25 mg a fost încercat de trei ori și de fiecare dată a determinat aplecarea cîrcelului în 30 sau 40 de minute. Jumătate din această greutate nu a produs nici un efect. Pedunculul lung este mult mai puțin sensibil, deoarece o frecare ușoară nu a produs nici un efect, deși o atingere prelungită cu un suport l-a făcut să se aplece. Cele două ramuri sînt sensibile din toate părțile, așa încît ele converg dacă sînt atinse pe părțile lor interioare și diverg dacă sînt atinse pe părțile lor exterioare. Dacă o ramură este atinsă în același timp cu forță egală pe părțile opuse, ambele părți sînt stimulate în mod egal și nu se produce nici o mișcare. Înainte de a examina această plantă, observasem numai cîrceii sensibili de o singură parte și curbarea acestora atunci cînd sînt apăsați ușor între degetul mare și arătător; însă strîngînd de multe ori în acest fel cîrceii de *Cissus*, nu s-a produs nici o curbare, și la început am dedus în mod greșit că ei nu erau de loc sensibili.

Cissus antarcticus. — Cîrceii de pe o plantă tînără erau groși și drepți, cu vîrfurile puțin curbate. Cînd li s-au frecat vîrfurile și a fost nevoie să se facă aceasta cu oarecare forță, ele s-au aplecat foarte încet, iar ulterior s-au îndreptat. Ei sînt de aceea mult mai puțin sensibili decît cei ai speciei precedente; urmărind soarele ei au executat însă două rotații ceva mai repede, și anume în 3 ore și 30 min și în 4 ore. Internodiile nu s-au rotit.

Ampelopsis hederacea (Vița sălbatică). — Internodiile nu puteau să se miște mai mult decît se poate explica prin acțiunea variabilă a luminii. Cîrceii sînt lungi de 10 — 12,5 cm, cu tulpina principală emițînd mai multe ramuri laterale, care își au vîrful curbat, după cum se poate vedea din figura 11. Ei nu prezintă nici o mișcare adevărată de rotație spontană, însă se întorc dinspre lumină spre întuneric, după cum a observat de multă vreme Andrew Knight[3]. Am văzut mai mulți cîrcei care s-au mișcat în mai puțin de 24 de ore, formînd un unghi de 180° către

[3] „Trans. Phil. Soc.", 1812, p. 314.

partea întunecată a unei lăzi în care fusese pusă planta, însă mișcarea este uneori mult mai înceată. Adesea diferitele ramuri laterale se mișcă independent una de alta și uneori neregulat, fără vreo cauză aparentă. Acești cîrcei sînt mai puțin sensibili la atingere decît oricare altul observat de mine. Prin frecarea delicată, însă repetată, cu un băț, ramurile laterale, nu însă și tulpina principală, s-au aplecat puțin în decurs de trei sau patru ore; ele nu păreau însă să aibă capacitatea de a se îndrepta din nou. Cîrceii unei plante care s-au urcat pe un *Buxus sempervirens* mare i-au cuprins mai multe ramuri; am văzut însă de repetate ori că ei se retrăgeau după ce apucau un suport. Atunci cînd întîlnesc o suprafață plană de lemn sau un zid (fiind însă evident adaptați la asemenea obiecte), ei își întorc toate ramurile înspre el și, desfăcîndu-le larg, vîrfurile lor în formă de cîrlig lateral vin în contact cu acesta. Făcînd aceasta, după ce ating suprafața, adesea diferitele ramuri se urcă în sus, se așază într-o poziție nouă și din nou vin în contact cu el.

În decurs de circa două zile după ce un cîrcel și-a dispus ramurile pentru a apăsa pe orice suprafață, vîrfurile curbate se umflă, devin de un roșu aprins și formează pe părțile de dedesubt micile discuri sau perne bine cunoscute cu care aderă puternic. În unul din cazuri vîrfurile s-au umflat puțin la 38 de ore după ce au venit în contact cu o cărămidă; în alt caz ele s-au umflat considerabil în 48 de ore, iar după alte 24 de ore ele se fixaseră cu tărie de o scîndură netedă și, în sfîrșit, vîrfurile unui cîrcel mai tînăr nu numai că s-au umflat, ci s-au fixat în 42 de ore de un zid tencuit. Aceste discuri adezive seamănă, în afară de culoare și de faptul că sînt mai mari, cu cele de *Bignonia capreolata*. Atunci cînd s-au dezvoltat în contact cu un ghem de cîlți, fibrele erau înfășurate separat, însă nu atît de eficace ca de *B. capreolata*. După cum am văzut, discurile nu se dezvoltă niciodată fără stimulul unei atingeri cel puțin temporară de vreun obiect [4]. În general ele se formează mai întîi pe una din părțile vîrfului curbat, al cărui întreg aspect se schimbă adesea atît de mult, încît o fîșie a țesutului inițial verde poate fi urmărită de-a lungul suprafeței concave. Totuși, atunci cînd un cîrcel a cuprins un suport cilindric, se formează uneori un cerc sau un disc neregulat de-a lungul vîrfului; acest lucru a fost de asemenea observat de Mohl (p. 71). Discurile constau din celule mărite, cu suprafețe proeminente, netede, emisferice, colorate în roșu; la început ele sînt pline cu lichid (vezi secțiunea prezentată de Mohl, p. 70), însă pînă în cele din urmă devin lemnoase.

Deoarece curînd discurile aderă cu tărie de suprafețele netede cum este lemnul dat la rindea sau vopsit sau de frunza lucioasă de iederă, reiese că probabil ele secretă o substanță adezivă, după cum a afirmat încă Malpieghi (citat de Mohl, p. 71). Am desprins un număr de discuri formate în anul precedent de pe un perete tencuit și le-am lăsat multe ore în apă caldă, acid acetic diluat și alcool; însă grăunțele de siliciu fixate nu s-au dezlipit. Cufundarea timp de 24 de ore în eter sulfuric a slăbit mult aderența lor, însă uleiul volatil încălzit (am încercat ulei de cimbru și mentă) a desprins complet, în decurs de cîteva ore, toate pietricelele. Aceasta pare să dovedească că este secretată o substanță adezivă, rășinoasă. Cantitatea trebuie totuși să fie mică, întrucît, atunci cînd o plantă s-a urcat pe un zid văruit subțire, discurile au aderat cu tărie de var; deoarece însă substanța adezivă nu a

[4] Dr. M'Nab observă („Trans. Bot. Soc.", Edinburg, vol. XI, p. 292) că la *Ampelopsis veitchii* cîrceii poartă mici discuri globulare înainte de a veni în contact cu vreun obiect; și de atunci am observat același fapt. Totuși aceste discuri se mărese considerabil dacă apasă sau se fixează de vreo suprafață oarecare. De aceea, cîrceii unei specii de *Ampelopsis* necesită stimulul unei atingeri pentru formarea discurilor lor, pe cînd cele ale unei alte specii nu au nevoie de asemenea stimul. Am văzut un caz exact paralel la două specii de *Bignonia ceae*.

pătruns niciodată acest strat subțire de var, discurile se desfăceau lesne, împreună cu mici foițe de var. Nu trebuie presupus că fixarea este exclusiv efectuată de substanța adezivă, întrucît excrescența celulară înfășura complet fiecare proeminență minusculă și neregulată și se insinua în fiecare crăpătură.

Un cîrcel care nu s-a fixat de vreun corp, nu se contractă în spirală și după una sau două săptămîni se strînge pînă ce devine ca un fir subțire, se veștejește și cade. Pe de altă parte, un cîrcel fixat [prin încolăcire] se contractă în spirală și devine astfel foarte elastic, așa încît atunci cînd se trage de pedunculul principal, tensiunea este distribuită în mod egal între discurile fixate. Timp de cîteva zile după fixarea discurilor cîrcelul rămîne slab și fragil, însă se îngroașă rapid și devine foarte puternic. Iarna următoare moare, dar și în această stare aderă puternic atît de propria sa tulpină, cît și de suprafața de care a fost fixat. În figura alăturată (fig. 11) vedem deosebirea dintre un cîrcel (*B*) la cîteva săptămîni

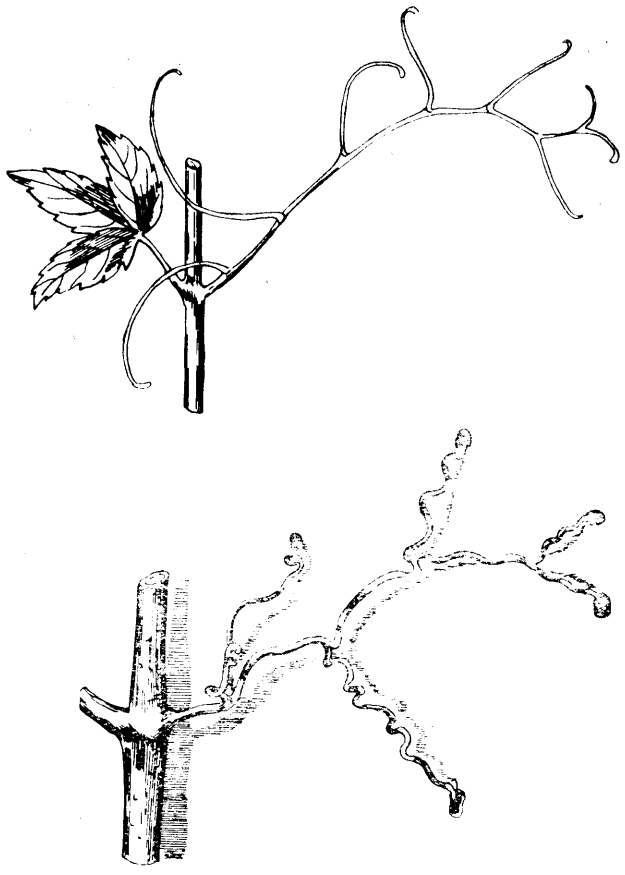


Fig. 11. — *Ampelopsis hederacea*. *A*, Cîrcel deplin dezvoltat, cu o frunză tînără de partea opusă tulpinii; *B*, cîrcel mai bătrîn, la cîteva săptămîni după fixarea lui de un zid, cu ramurile îngroșate și contractate în spirală, cu extremitățile dezvoltate în discuri; ramurile nefixate ale acestui cîrcel s-au veștejit și au căzut.

după fixarea lui de un zid și unul (*A*) de pe aceeași plantă, pe deplin crescut însă nefixat. Pe oricare ramură laterală care nu s-a fixat se vede bine că modificarea naturii țesutului, precum și contracția în spirală sînt consecința formării discurilor, întrucît într-o săptămînă sau două acestea se veștejesc și cad la fel ca și întregul cîrcel, dacă nu este fixat. Sporirea puterii și a durabilității cîrcelului după fixare este într-adevăr uimitoare. Printre cîrceii care aderă de casa mea, unii și-au păstrat puterea deși morți de paisprezece sau cincisprezece ani și supuși intemperiilor. O singură rămurică laterală a unui cîrcel, apreciată ca avînd cel puțin zece ani,

încă mai era elastică și suporta o greutate de exact 900 g. Întregul cîrcel avea cinci ramuri de aceeași grosime, înzestrate cu discuri și aparent de aceeași forță; așa încît, după ce a fost expus la intemperii timp de zece ani, el ar fi rezistat probabil la o tensiune de 4,5 kg!

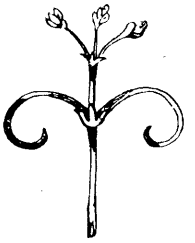


Fig. 12. — *Cardiospermum halicocabum* Partea superioară a pedunculului floral cu cei doi cîrcei ai săi.

SAPINDACEAE. Cardiospermum halicocabum. — La această familie, ca și la cea precedentă, cîrceii sînt pedunculi florali modificați. La planta de față cele două ramuri laterale ale pedunculului floral principal au fost transformate într-o pereche de cîrcei care corespund unicului cîrcel floral al viței de vie obișnuită. Pedunculul principal este subțire, rigid, lung de 7,5 — 11,25 cm. Aproape de vîrf, deasupra a două mici bractee, el se desparte în trei ramuri. Cea din mijloc se bifurcă de două ori și poartă florile; pînă în cele din urmă pedunculul crește din nou cît jumătate din cele două ramuri modificate. Acestea din urmă sînt cîrcei; la început ei sînt mai groși și mai lungi decît ramura mijlocie, însă nu devin niciodată mai lungi de 2,5 cm. Ei se subțiază și sînt turtiți la un vîrf, iar pe suprafața inferioară cățărătoare nu au peri. La început cîrceii stau drept în sus, însă curînd diverg, se resucesc spontan în jos luînd forma a două cîrlige dispuse simetric și elegant, după cum se vede și din figură. În acest timp mugurii florali sînt încă mici, dar cîrceii sînt gata de acțiune.

Cît timp sînt tinere, cele două sau trei internodii superioare se rotesc constant; cele de pe o plantă au executat două cercuri în contra mersului soarelui, în 3 ore și 12 min; la o a doua plantă a fost urmat același mers și cele două cercuri au fost completate în 3 ore și 41 min; la o a treia plantă internodiile au urmat mersul soarelui și au executat două cercuri în 3 ore și 47 min. Viteza medie a acestor șase rotații a fost de o oră și 46 min. Tulpina nu a prezentat nici o tendință de a se încolăci în spirală în jurul unui suport; însă genul înrudit purtător de cîrcei, *Paullinia*, pare (Mohl, p. 4) să fie volubil. Pedunculii florali care stau în sus deasupra capătului lăstarului sînt purtate de jur împrejur de mișcarea de rotație a internodiilor, iar atunci cînd tulpina este legată puternic, pedunculii florali lungi și subțiri sînt în continuă și uneori rapidă mișcare dintr-o parte într-alta. Pedunculii parcurg un spațiu larg, însă numai întîmplător se rotesc într-un mers eliptic regulat. Prin mișcările combinate ale internodiilor și pedunculilor florali, unul dintre cei doi cîrcei scurți în formă de cîrlig prinde, mai devreme sau mai tîrziu, o ramură și atunci se încolăcește în jurul ei și o apucă puternic. Acești cîrcei nu sînt însă decît puțin sensibili, deoarece frecîndu-le suprafața inferioară, se produce încet numai o mișcare ușoară. Am agățat un cîrcel de un băț, și într-o oră și 45 min s-a curbat mult spre interior, în 2 ore și 30 min a format un inel, iar după 5 — 6 ore de la momentul agățării a cuprins puternic bățul. Un al doilea cîrcel a acționat cu aproape aceeași viteză; am observat însă unul căruia

i-au trebuit 24 de ore pentru a se încolăci de două ori în jurul unui suport subțire. Cîrceii care nu s-au agățat de nimic se încolăcesc după mai multe zile, formînd o spirală închisă. Cei care însă s-au încolăcit în jurul vreunui obiect devin curînd puțin mai groși și mai duri. Deși se mișcă spontan, pedunculul principal lung și subțire nu este sensibil și nu cuprinde niciodată vreun suport. Și nici nu se contractă vreodată [încolăcindu-se] în spirală [5], deși o încolăcire de acest fel ar fi fost, după cît se pare, folositoare plantei la cățărat. Planta se cațără totuși destul de bine fără acest ajutor. Deși ușoare, capsulele de sămînță sînt de dimensiune enormă (de unde și numele englezesc de „balloon-vine" viță-balon) și, deoarece pe același peduncul sînt cîte două sau trei capsule, cîrceii, urcîndu-se pînă aproape de ele, le pot fi de folos împiedicîndu-le de a fi sfărîmate de vînt. În seră, cîrceii serveau numai la cățărat.

Poziția cîrceilor este suficientă pentru a dovedi natura lor omologă. În două cazuri unul din doi cîrcei a produs o floare la vîrf; ceea ce nu l-a împiedicat să acționeze normal și să se încolăcească în jurul unui băț. Într-un al treilea caz, ambele ramuri laterale care ar fi trebuit să se modifice în cîrcei au produs flori ca ramura centrală și și-au pierdut complet structura de cîrcel.

Nu am văzut decît o singură altă plantă cățărătoare din familia *Sapindaceae*, și anume *Paullinia*, însă nu am avut posibilitatea de a o observa atent. Deși nu era înflorită, avea totuși cîrcei lungi, bifurcați, așa încît, în privința cîrceilor, *Paullinia* pare să aibă aceeași relație față de *Cardiospermum* ca *Cissus* față de *Vitis*.

PASSIFLORACEAE — Oricine a citit discuția și faptele relatate de Mohl (p. 47) asupra naturii cîrceilor la această familie nu se poate îndoi că aici cîrceii sînt peduncuri florali modificați. Cîrceii și peduncului florali apar foarte aproape unii de alții; iar fiul meu William E. Darwin a schițat pentru mine starea timpurie de dezvoltare la *Passiflora floribunda* hibridă. La început cele două organe apar ca o papilă unică, care se divide treptat; așa încît cîrcelul pare o ramură modificată a pedunculului floral. Fiul meu a găsit un cîrcel foarte tînăr, la vîrful căruia se găseau organe florale ca cele de pe pedunculul floral adevărat de aceeași vîrstă timpurie.

Passiflora gracilis. — Această specie anuală, bine numită elegantă, se deosebește de ceilalți reprezentanți ai grupului, observați de mine, prin faptul că internodiile au capacitatea de a se roti. Ea depășește toate celelalte plante cățărătoare pe care le-am examinat prin rapiditatea mișcărilor sale și toate plantele cu cîrcei prin sensibilitatea acestora. Internodiul care poartă cîrcelul superior activ, precum și unul sau două internodii tinere, nemature, au executat trei rotații urmărind mersul soarelui, cu o viteză medie de o oră și 4 min; apoi, ziua devenind foarte călduroasă, a executat alte trei rotații cu viteza medie între 57 și 58 de minute; așa încît media tuturor celor șase rotații a fost de o oră și un minut. Vîrful cîrcelului descrie elipse alungite, uneori înguste, alteori largi, cu axele mai lungi înclinate puțin în diferite direcții. Planta se poate urca pe un suport subțire vertical cu ajutorul cîrceilor ei; însă tulpina este prea rigidă pentru ca să se încolăcească în spirală în jurul suportului, chiar atunci cînd ea nu este împiedicată de cîrcei, întrucît aceștia fuseseră îndepărtați prin ciupire la o vîrstă fragedă.

[5] Fritz Müller observă (*ibidem*, p. 348) că un gen înrudit, *Serjania*, se deosebește de *Cardiospermum* prin faptul că nu are decît un singur cîrcel, iar pedunculul comun se încolăcește în spirală cînd, după cum se întîmplă adesea, cîrcelul a cuprins tulpina proprie a plantei.

Atunci cînd tulpina este fixată, cîrceii pot fi văzuți rotindu-se în același fel și cu aceeași viteză ca și internodiile [6]. Cîrceii sînt foarte subțiri, delicați și drepți, în afară de vîrfuri care sînt puțin aplecate (au lungimea de 17,5—22,5 cm). Un cîrcel dezvoltat pe jumătate nu este sensibil, însă aproape complet dezvoltat el este foarte sensibil. O singură atingere delicată pe suprafața concavă a vîrfului l-a făcut curînd să se aplece, iar în 2 minute a format o spirală deschisă. Un laț de ață moale, cîntărind 2,02 mg, așezat extrem de delicat pe vîrf a provocat de trei ori o curbare vizibilă. O bucățică îndoită de sîrmă de platină, cîntărind numai 1,23 mg, lăsată suspendată [de cîrcel] a avut de două ori același efect, dar nu a fost suficientă pentru a determina o curbare permanentă, deși a fost lăsată pe cîrcel. Aceste încercări au fost făcute sub un clopot de sticlă, așa că lațul de ață și sîrma nu au fost agitate de vînt. După o atingere, mișcarea este foarte rapidă: am apucat partea inferioară a mai multor cîrcei și am atins apoi vîrfurile lor concave cu un bețișor subțire, observîndu-i cu grijă printr-o lupă; vîrfurile au început în mod evident să se aplece după următoarele intervale: 31, 25, 32, 31, 28, 39, 31 și 30 de secunde; așa încît mișcarea era în general perceptibilă la o jumătate de minut după atingere; într-un caz însă era evident vizibilă în 25 de secunde. Unul dintre cîrceii care se aplecaseră în 31 de secunde fusese atins cu 2 ore mai înainte și se încolăcise într-o spirală; așa încît în acest interval el se îndreptase și își redobîndise complet iritabilitatea.

Pentru a stabili cît de des se apleacă același cîrcel atunci cînd este atins, am ținut o plantă în biroul meu care, fiind mai răcoros decît sera, nu era foarte favorabil pentru experiență. Extremitatea i-a fost frecată delicat de patru ori cinci ori cu un bețișor subțire, ceea ce am făcut ori de cîte ori se observa că devenise iarăși aproape dreaptă, după ce fuseseră în acțiune; în decurs de 54 de ore a răspuns de 21 de ori stimulului, îndoindu-se de fiecare dată în formă de cîrlig sau de spirală. Totuși, ultima oară mișcarea a fost foarte lentă, și curînd după aceea a început încolăcirea definitivă în spirală. Noaptea nu s-a făcut nici o încercare, astfel încît cîrcelul poate că ar fi reacționat la stimul de un mai mare număr de ori; deși, pe de altă parte, din lipsă de odihnă s-ar fi extenuat din atîtea eforturi rapid repetate.

Am repetat experiența făcută pe *Echinocystis*, așezînd mai multe plante de *Passiflora* atît de aproape între ele, încît cîrceii lor se frecau repetat unul de altul; nu a urmat însă nici o curbare. De asemenea, am scuturat de repetate ori mici picături de apă dintr-o pensulă pe mulți cîrcei și am stropit cu pompa pe alții atît de violent, încît întregul cîrcel a fost azvîrlit în toate părțile, însă ei nu s-au curbat niciodată. Șocul provocat de picăturile de apă a fost resimțit mult mai clar pe mîna mea, decît cel provocat de lațul de ață (cîntărind 2,02 mg) cînd era lăsat să-mi cadă pe mînă de la o înălțime; pe de altă parte însă, aceste lațuri de ață puse extrem de delicat pe acești cîrcei provocau îndoirea lor. Este deci clar că acești cîrcei fie că s-au obișnuit cu atingerea altor cîrcei și a picăturilor de ploaie, fie că de la început nu au devenit sensibili decît la apăsarea prelungită, deși extrem de ușoară a unor obiecte solide, cu excepția altor cîrcei. Pentru a arăta deosebirea în felul de sensibilitate la diferite plante și pentru a arăta de asemenea forța [apei din] seringa folosită, pot adăuga că cel mai slab jet din ea provoacă închiderea imediată a frunzelor unei *Mimosa*, pe cînd un

[6] Prof. Asa Gray mă informează că la *P. sicyoides* cîrceii se rotesc mai repede decît cei de *P. gracilis*; au fost executate patru rotații (temperatura variind între 88 și 92 F) în timpurile următoare: 40, 45, 38 1/2 și 46 min. O jumătate de rotație a fost executată în 15 minute.

lat de ață, cîntărind 2,02 mg, făcut ghem și așezat delicat pe glandele de la baza foliolelor de *Mimosa* nu a determinat nici o acțiune.

Passiflora punctata. — Internodiile nu se mișcă, însă cîrceii se rotesc regulat. Un cîrcel pe jumătate dezvoltat și foarte sensibil a executat trei rotații în 3 ore și 5 min, 2 ore și 40 min și 2 ore și 50 min, mișcîndu-se în opoziție cu mersul soarelui; poate că s-ar fi deplasat mai repede dacă ar fi fost pe deplin dezvoltați. O plantă a fost așezată în fața unei ferestre și ca la tulpinile volubile lumina a accelerat mișcarea cîrcelului într-o direcție și a întîrziat-o în cealaltă; semicercul înspre lumină fiind executat într-un caz cu 15 minute mai repede, iar într-un al doilea caz cu 20 de minute mai repede decît cel necesitat de parcurgerea semicercului spre partea întunecată a camerei. Avîndu-se în vedere că acești cîrcei sînt foarte subțiri, acțiunea luminii asupra lor este remarcabilă. După cum s-a afirmat, cîrceii sînt lungi și foarte subțiri, cu vîrful ușor curbat sau în formă de cîrlig. Partea concavă este extrem de sensibilă la atingere, numai o singură atingere făcînd-o să se încolăcească spre interior; ulterior ea s-a îndreptat și era din nou gata să acționeze. Un lat de ață moale în greutate de 4,625 mg a făcut ca vîrful extrem să se aplece; altă dată am încercat să atîrn același lat de ață pe un cîrcel înclinat, însă a alunecat de trei ori; totuși, această frecare extraordinar de ușoară a fost de ajuns pentru a face ca vîrful să se aplece. Deși este atît de sensibil, cîrcelul nu se mișcă prea repede după o atingere, neobservîndu-se nici o mișcare vizibilă decît după trecerea a 5 sau 10 minute. Partea convexă a vîrfului nu este sensibilă la atingere sau la suspendarea unui lat de ață. Am observat odată un cîrcel care se rotea cu partea convexă a vîrfului înainte și în consecință nu a putut cuprinde un suport de care se freca, în vreme ce cîrceii rotindu-se cu partea concavă înainte apucă prompt orice obiect din drumul lor.

Passiflora quadrangularis. — Aceasta este o specie foarte distinctă. Cîrceii sînt groși, lungi și rigizi; ei sînt sensibili la atingere numai pe partea concavă spre extremitate. Cînd un suport a fost astfel așezat încît cîrcelul a venit în contact cu el, nu s-a produs nici o curbare. În seră, un cîrcel a executat două rotații, fiecare în cîte 2 ore și 22 min; într-o cameră răcoroasă o rotație a fost executată în 3 ore, iar alta în 4 ore. Internodiile nu se rotesc nici la această plantă, nici la *P. floribunda* hibridă.

Tacsonia manicata. — Aici, de asemenea, internodiile nu se rotesc, iar cîrceii sînt moderat de subțiri și lungi; unul a executat o elipsă îngustă în 5 ore și 20 min, iar în ziua următoare o elipsă largă în 5 ore și 7 min. Extremitatea cîrcelului fiind ușor frecată pe suprafața concavă, de-abia s-a curbat perceptibil în 7 minute, distinct în 10 minute și în formă de cîrlig în 20 de minute.

Am văzut că la ultimele trei familii, *Vitaceae*, *Sapindaceae* și *Passifloraceae*, cîrceii sînt pedunculi florali modificați. După de Candolle (citat de Mohl), același lucru trebuie spus și despre cîrceii de *Brunnichia* din familia *Polygonaceae*. La două sau trei specii de *Modecca* din familia *Papayaceae*, uneori cîrceii fac flori și fructe, după cum aflu de la prof. Oliver; așa încît prin natura lor ei sînt organe axiale.

CONTRACȚIA ÎN SPIRALĂ A CÎRCEILOR

Această mișcare, care scurtează cîrceii și îi face mai elastici, începe la o jumătate de zi, o zi sau două după ce extremitățile lor au prins vreun obiect. O asemenea mișcare nu există la nici o plantă cățărătoare, exceptînd specia

Tropaeolum tricolorum unde peţiolurile manifestă uneori o urmă de mişcare. Pe de altă parte, cîrceii tuturor plantelor cu cîrcei încolăcindu-se în spirală se contractă după ce au prins un obiect. Fac excepţie : mai întîi, *Corydalis claviculata*, însă această plantă poate fi considerată drept căţărătoare prin frunze ; în al doilea şi al treilea rînd, *Bignonia unguis* şi rudele sale apropiate şi *Cardiospermum*, însă cîrceii lor sînt atît de scurţi, încît contracţia lor cu greu poate avea loc şi ar fi cu totul inutilă ; în al patrulea rînd, *Smilax aspera* oferă o excepţie mai pronunţată, întrucît cîrceii săi sînt moderat de lungi. Atîta timp cît planta este tînără, cîrceii de *Dicentra* sînt scurţi, iar după fixare nu devin decît uşor flexibili ; la plante mai bătrîne sînt mai lungi şi [încolăcindu-se] în spirală se contractă. Nu am văzut nici o excepţie la regula că, după ce au cuprins în spirală un suport cu extremităţile lor, cîrceii se contractă. Însă, atunci cînd cîrcelul unei plante, a cărei tulpină este fixată nemişcat, prinde vreun obiect fix, el nu se contractă pur şi simplu, din cauză că nu poate ; aceasta se întîmplă însă numai rareori. La mazărea comună numai ramurile laterale se contractă nu însă şi tulpina, iar la majoritatea plantelor, cum sînt viţa de vie, *Passiflora*, *Bryonya*, porţiunea bazală nu formează niciodată o spirală.

Am spus că la *Corydalis claviculata*, capătul frunzei sau cîrcelul (deoarece această parte poate fi numită oricum) nu se contractă într-o spirală. Totuşi, după ce se încolăcesc în jurul unor beţe subţiri, rămurelele devin foarte sinuoase sau în zigzag. De altfel, dacă nu prinde nimic, întregul capăt al peţiolului sau al cîrcelului se apleacă după cîtva timp brusc în jos şi spre interior, indicînd că suprafaţa sa exterioară a continuat să crească după ce suprafaţa interioară a încetat să crească. După cum se vede din cercetările recente ale lui Hugo de Vries, se poate admite fără grijă, că creşterea este cauza principală a contracţiei în spirală a cîrceilor. Voi adăuga totuşi un mic fapt pentru a susţine această concluzie.

Dacă se examinează porţiunea scurtă, aproape dreaptă a unui cîrcel fixat de *Passiflora gracilis* (şi, după cum cred, şi a altor cîrcei) situat între spiralele opuse, se va constata că sînt încreţite transversal în mod bătător la ochi la exterior, aceasta fiind urmarea firească a faptului că partea exterioară ar fi crescut mai mult decît partea interioară ; această parte fiind în acelaşi timp împiedicată în mod forţat de a se curba. De asemenea, întreaga suprafaţă exterioară a unui cîrcel răsucit în spirală se încreţeşte dacă este tras pentru a-l îndrepta. Totuşi, deoarece contracţia se deplasează de la extremitatea unui cîrcel, după ce a fost stimulat prin contactul cu un suport, în jos pînă la bază, din motive pe care le voi da îndată, nu pot evita îndoiala că întregul efect al contracţiei poate fi atribuit creşterii. Un cîrcel nefixat se încolăceşte într-o spirală turtită ca la *Cardiospermum*, dacă contracţia începe la extremitate şi este complet regulată ; dacă însă creşterea în continuare a suprafeţei exterioare este puţin laterală sau dacă procesul începe aproape de bază, partea terminală a cîrcelului, nu se poate încolăci în interiorul porţiunii bazale şi atunci cîrcelul formează o spirală mai mult sau mai puţin deschisă. Un rezultat similar urmează dacă extremitatea a prins vreun obiect care este ţinut cu putere.

Cîrceii multor specii de plante dacă nu prind nimic, se încolăcesc într-o spirală şi se contractă după un interval de mai multe zile sau săptămîni ; însă în aceste cazuri mişcarea are loc după ce cîrcelul şi-a pierdut capacitatea de a se roti şi atîrnă în jos ; el şi-a pierdut atunci parţial sau total sensibilitatea, aşa încît această mişcare nu poate fi de nici un folos. Contracţia în spirală a cîrceilor nefixaţi este un proces mult mai lent decît al celor fixaţi. Cîrceii tineri care au

prins un suport și sînt contractați în spirală, pot fi văzuți în mod constant pe aceeași tulpină cu cîrcei mult mai bătrîni, nefixați și necontractați. La *Echinocystis* am văzut un cîrcel cu două ramuri laterale contractate încercuind în spirale frumoase suporturi, în vreme ce ramura principală care nu prinsese nimic a rămas multe zile dreaptă. Am observat odată la această plantă o ramură principală care, după ce prinsese un suport, s-a îndoit în spirală în 7 ore și s-a contractat în spirală în 18 ore. De obicei cîrceii de *Echinocystis* încep să se contracte în 12—24 de ore, după ce prind vreun obiect, în vreme ce cîrceii nefixați nu încep să se contracte decît după două, trei sau chiar mai multe zile după ce orice mișcare de rotație a încetat. Un cîrcel pe deplin dezvoltat de *Passiflora quadrangularis* care prinsese un suport a început să se contracte în 8 ore, iar în 24 de ore a format mai multe spire; un cîrcel mai tînăr, crescut numai la două treimi, a prezentat prima urmă de contracție la două zile după ce a curpins un suport, iar în alte două zile a format mai multe spire. De aceea se pare că contracția la cîrcel nu începe pînă ce nu a atins întreaga sa lungime. Un alt cîrcel de aproape aceeași vîrstă și lungime ca cel precedent nu a prins nici un obiect; el și-a dobîndit lungimea deplină în patru zile; în alte șase zile el a devenit pentru prima dată sinuos, iar în încă alte două zile a format o spirală completă. Această primă spirală s-a format către capătul bazal și contracția a progresat încet dar sigur spre vîrf; însă întregul cîrcel nu s-a încolăcit strîns în spirală decît după trecerea a 21 de zile de cînd el crescuse complet.

Contracția în spirală a cîrceilor este independentă de capacitatea lor de a se roti spontan, întrucît ca se întîmplă la cîrceii, de exemplu, de *Lathyrus grandiflorus* și *Ampelopsis hederacea*, care nu se rotesc. Ea nu este neapărat în legătură cu răsucirea vîrfurilor în jurul unui suport, după cum vedem la *Ampelopsis* și la *Bignonia caprcolata*, la care dezvoltarea discurilor adezive este suficientă pentru a determina contracția în spirală. Totuși, în unele cazuri această contracție pare în legătură cu mișcarea de răsucire și de cuprindere, datorită atingerii unui suport; deoarece nu numai că urmează curînd după acest act, ci în general contracția începe foarte aproape de extremitatea răsucită și merge în jos spre bază. Dacă însă cîrcelul este foarte slab întins, pe întreaga lungime devine aproape simultan mai întîi sinuos, iar apoi se strînge în spirală. De asemenea, cîrceii cîtorva plante nu se contractă niciodată în spirală, în afară numai de cazul cînd au apucat mai întîi vreun obiect; dacă nu prind nimic, ei atîrnă în jos, rămînînd drepți pînă ce se veștejesc și cad; așa sînt cîrceii de *Bignonia*, care reprezintă frunze modificate, și cei de la trei genuri de *Vitaceae*, care sînt pedunculi florali modificați. Însă, în marea majoritate a cazurilor, cîrceii care nu au venit niciodată în contact cu vreun obiect se contractă după cîtva timp în spirală. Toate aceste fapte luate împreună arată că actul de a cuprinde un suport și contracția în spirală a întregei lungimi a cîrcelului sînt fenomene nelegate în mod necesar între ele.

Contracția în spirală care urmează după ce un cîrcel a cuprins un suport este foarte folositoare plantei; de aceea ea este larg răspîndită la specii aparținînd unor ordine cu totul diferite. Cînd un lăstar este aplecat și cîrcelul său a prins un obiect de deasupra, contracția în spirală trage lăstarul în sus. Cînd lăstarul este vertical în sus, creșterea tulpinii, după ce cîrceii au apucat vreun obiect de deasupra, l-ar lăsa destins, dacă nu ar fi contracția în spirală care trage tulpina în sus pe măsură ce lungimea acesteia se mărește. Astfel, nu există nici o irosire de creștere și tulpina întinsă se urcă pe drumul cel mai scurt. Atunci cînd o rămurică a cîrcelului de *Cobaea* cuprinde un suport, am văzut cît de bine contracția

în spirală aduce succesiv celelalte rămurele, una după alta, în contact cu suportul, pînă ce întregul cîrcel îl apucă în mod inextricabil. Cînd un cîrcel a apucat un obiect care cedează, acesta este uneori înfășurat și fixat de cutele spirale, după cum am văzut la *Passiflora quadrangularis*; această acțiune este însă de mică importanță.

Un serviciu cu mult mai important este cel făcut de contracția în spirală a cîrceilor care în acest fel devin foarte elastici. După cum s-a observat mai înainte în legătură cu *Ampelopsis*, tensiunea este astfel distribuită în mod egal între diferitele ramuri fixate, ceea ce face ca totul să fie mult mai puternic decît în alte condiții, deoarece ramurile nu se pot rupe separat. Această elasticitate este cea care apără atît cîrceii ramificați, cît și pe cei simpli ca să nu fie smulși de pe suporturile lor pe vreme furtunoasă. De multe ori m-am dus special pe furtună să observ o *Bryonya* care crește pe un gard viu expus [la vînt], cu cîrceii fixați de tufele înconjurătoare; și deoarece ramurile groase și subțiri erau scuturate de vînt în toate părțile, dacă cîrceii nu ar fi fost foarte elastici, ei ar fi fost imediat smulși și planta ar fi fost aruncată la pămînt. În realitate însă, *Bryonya* a rezistat cu succes furtunii întocmai ca o corabie cu două ancore coborîte și cu o lungă întindere de cablu înaintea sa, care să servească ca un arc atunci cînd înfruntă furtuna.

Atunci cînd un cîrcel nefixat se contractă în spirală, spira merge întotdeauna în aceeași direcție de la vîrf la bază. Pe de altă parte, un cîrcel care a prins un suport cu extremitatea sa, deși aceeași parte este concavă de la un capăt la celălalt, se răsucește invariabil într-una din părți într-o direcție și în cealaltă parte în direcție opusă; aceste spirale răsucite în direcții opuse fiind separate printr-o porțiune scurtă, dreaptă. Această structură curioasă și simetrică a fost remarcată de mai mulți botaniști, însă nu a fost suficient explicată [7].

Fără excepție, toți cîrceii care prind vreun obiect se contractă în spirală, ceea ce este desigur mai evident la cîrceii mai lungi. Aceasta nu se întîmplă niciodată la cîrcei care nu s-au prins de vreun obiect, și cînd prinderea pare totuși să se fi întîmplat, se va constata că inițial cîrcelul prinsese un obiect, dar apoi s-a desprins de acesta. De obicei toate spirele de la un capăt al cîrcelului fixat

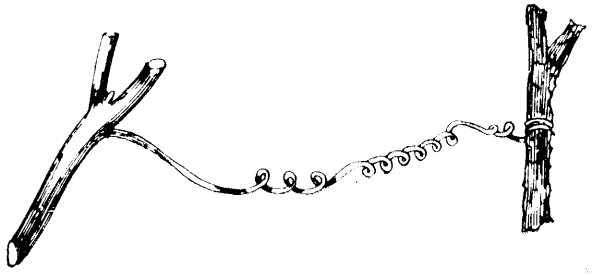


Fig. 13. — Un cîrcel prins de *Bryonia dioica*, contractat în spirală în direcții opuse.

merg într-o direcție, iar de la celălalt capăt, în direcție opusă, cu o singură scurtă porțiune liberă la mijloc; am văzut însă un cîrcel cu spirele întorcîndu-se alternativ de cinci ori în direcții opuse, cu porțiuni drepte între ele; iar d. Léon a

[7] Vezi d. Isid. Léon în „Bull. Soc. Bot. de France", 1858, vol. V, p. 680. Dr. Hugo de Vries arată (p. 306) că în prima ediție a acestei lucrări am trecut cu vederea următoarea frază a lui Mohl: „După ce un cîrcel a prins un suport, el începe în cîteva zile să se răsucească în spirală, care, deoarece circelul este fixat la ambele extremități, trebuie inevitabil să fie spre dreapta în unele locuri și spre stînga într-altele". Nu sînt surprins că această frază scurtă, fără vreo altă explicație, nu mi-a atras atenția.

văzut șapte sau opt asemenea alternanțe. Dacă spirele se învîrtesc o dată sau de mai multe ori în direcții opuse, numărul răsucirilor într-o direcție sau alta este același. Am strîns, de exemplu, zece cîrcei fixați de *Bryonia*, cel mai lung cu 33 de spire, iar cel mai scurt cu numai 8 spire și în fiecare caz numărul spirelor într-un sens era același cu cel din sensul opus (cu diferența de cel mult o spiră).

Explicația acestui detaliu curios nu este dificilă. Nu voi încerca să prezint vreun raționament geometric, ci voi da un exemplu practic. În acest scop va trebui să mă refer mai întîi la un punct care a fost trecut aproape cu vederea cînd ne-am ocupat de plantele volubile. Dacă ținem în mîna stîngă un mănunchi de sfori paralele, cu mîna dreaptă le putem mișca în cerc, imitînd astfel mișcarea de rotație a unei plante volubile fără ca sforile să se răsucească. Însă dacă în același timp ținem în mîna stîngă un băț într-o astfel de poziție încît sforile să se încolăcească spiralat în jurul lui, ele se vor încolăci în mod inevitabil. În consecință, o linie dreaptă făcută de-a lungul internodiilor unei plante volubile, înainte ca ea să se fi învîrtit în jurul unui suport, devine răsucită sau spirală după ce s-a încolăcit în jurul lui. Am tras o linie roșie pe internodiile drepte de *Humulus*, *Mikania*, *Ceropegia*, *Convolvulus* și *Phaseolus* și am văzut-o cum se răsucea pe măsură ce planta se încolăcea în jurul unui suport. Este posibil ca tulpinile unor plante mișcîndu-se în cerc, în mod spontan în jurul propriilor lor axe, cu viteza și în direcția respectivă, să evite răsucirea; nu am văzut însă nici un asemenea caz.

În exemplul de mai sus, sforile paralele se roteau în jurul unui băț; aceasta nu este cîtuși de puțin necesar, deoarece dacă s-ar înfășura în colac (ceea ce se poate face cu o fișie îngustă de hîrtie elastică), răsucirea ar fi inevitabilă. De aceea, atunci cînd un cîrcel liber se încolăcește într-o spirală, el trebuie sau să se răsucească pe toată lungimea lui (ceea ce nu se întîmplă niciodată) sau extremitatea lui liberă trebuie să se răsucească de atîtea ori, cîte spire s-au format. Aproape că nu era nevoie să se observe acest fapt; am făcut-o însă fixînd bucățelele de hîrtie de vîrfurile extreme ale cîrceilor de *Echinocystis* și *Passiflora quadrangularis*; și deoarece cîrcelul s-a contractat în spire succesive, hîrtiuțele s-au rotit încet.

Putem înțelege acum de ce spirele sînt invariabil întoarse în direcții opuse la cîrceii care prinzînd un obiect oarecare sînt fixați de ambele capete. Să presupunem că un cîrcel prins execută treizeci de rotiri spirale în aceeași direcție; rezultatul inevitabil ar fi că s-ar răsuci de treizeci de ori în jurul propriei sale axe. Această răsucire nu numai că ar necesita o forță considerabilă, însă, după cum știu din experiență, cîrcelul s-ar rupe înainte ca cele treizeci de rotiri să fi fost efectuate. În realitate, asemenea cazuri nu se întîmplă niciodată, deoarece după cum s-a arătat mai sus, atunci cînd un cîrcel a prins un suport și s-a contractat în spirală, există întotdeauna tot atîtea rotații într-o direcție ca și în cealaltă, așa încît răsucirea axei într-o direcție este exact compensată de răsucirea ei în direcție opusă. Mai putem vedea de unde apare tendința de a forma spirale ulterioare în direcție opusă primelor, fie că acestea din urmă erau îndreptate spre dreapta, fie spre stînga. Să luăm o bucată de sfoară și s-o lăsăm să atîrne în jos cu capătul inferior fixat de podea; apoi să răsucim capătul superior (ținînd sfoara neîntinsă) în spirală în jurul unui creion vertical; aceasta va determina răsucirea părții inferioare a sforii; și după ce aceasta s-a răsucit suficient, se va vedea cum se va înfășura într-o spirală deschisă, ale cărei spire sînt orientate în sens opus spirelor din jurul creionului și în consecință între spirele opuse va apărea o porțiune dreaptă a sforii. Pe scurt, sfoara noastră a căpătat aceeași dispoziție spirală regulată pe care o are un cîrcel fixat la ambele capete. În general, con-

tracția în spirală începe la extremitatea care a cuprins un suport; și primele spire provoacă răsucirea axei cîrcelului care își îndoaie implicit partea bazală într-o curbură spirală opusă. Deși de prisos, nu pot rezista de a nu mai da încă un exemplu: atunci cînd un negustor de mărunțișuri înfășoară o panglică pentru un client, nu o înfășoară într-un singur colac — deoarece, dacă ar face-o, panglica s-ar răsuci de atîtea ori cîte încolăciturі sînt — ci o răsucește într-un opt pe degetul mare și pe cel mic, așa încît întoarce panglica alternativ în direcții opuse, astfel că ea nu se răsucește. La fel și cu cîrceii, cu unica deosebire că se răsucesc consecutiv de mai multe ori într-o direcție și apoi de același număr de ori în direcție opusă; însă în ambele cazuri se evită răsucirea în jurul propriului ax.

REZUMAT ASUPRA NATURII ȘI ACȚIUNII CÎRCEILOR

La majoritatea plantelor cu cîrcei, internodiile tinere se rotesc în elipse mai mult sau mai puțin largi, asemănătoare celor executate de plantele volubile; însă figurile descrise, cînd sînt desenate cu grijă, formează în general spire elipsoidale neregulate. Viteza de rotație variază de la una la cinci ore la diferite specii și în consecință este mai rapidă în unele cazuri decît la oricare plantă volubilă și nu este niciodată atît de lentă ca la multe plante volubile care necesită mai mult de cinci ore pentru fiecare rotație. Direcția este variabilă chiar la aceeași plantă individuală. La *Passiflora* numai internodiile unei singure specii au capacitatea de a se roti. Vița de vie este planta care se rotește cel mai slab din cele observate de mine și pare să prezinte doar urma unei capacități anterioare. La *Eccremocarpus* mișcarea este întreruptă de multe pauze lungi. Foarte puține plante cu cîrcei se pot încolăci în spirală în sus pe un suport vertical. Deși capacitatea lor de încolăcire a fost în general pierdută, fie din cauza rigidității sau a scurtimii internodiilor, a dimensiunii frunzelor, fie din vreo altă cauză necunoscută, mișcarea de rotire a tulpinii servește pentru a aduce cîrceii în contact cu obiectele înconjurătoare.

Cîrceii înșiși se rotesc de asemenea spontan. Mișcarea începe cînd cîrcelul este tînăr și la început este lentă. Cîrceii maturi de *Bignonia littoralis* se mișcă mult mai încet decît internodiile. În general internodiile și cîrceii se rotesc împreună cu aceeași viteză; la *Cissus*, *Cobaea* și la majoritatea speciilor de *Passiflora*, se rotesc numai cîrceii; într-alte cazuri, ca la *Lathyrus aphaca*, numai internodiile se mișcă, antrenînd cu ele cîrceii nemișcați; și, în sfîrșit (și acesta este al patrulea caz posibil), nici internodiile și nici cîrceii nu se rotesc spontan, ca la *Lathyrus grandiflorus* și *Ampelopsis*. La majoritatea plantelor de *Bignonia*, *Eccremocarpus*, *Mutisia* și *Fumariaceae*, internodiile, peţiolurile și cîrceii se mișcă armonios împreună. În fiecare caz, condițiile de viață trebuie să fie favorabile, pentru ca diferitele părți să acționeze în mod perfect.

Cîrceii se rotesc prin curbarea întregii lor lungimi, în afară de extremitatea sensibilă și de bază, părți care nu se mișcă sau se mișcă numai puțin. Mișcarea este de aceeași natură cu cea a internodiilor care se rotesc și, din observațiile lui Sachs și ale lui Hugo de Vries, este datorată fără îndoială aceleiași cauze, și anume creșterii rapide a benzii longitudinale care înconjură cîrcelul și apleacă consecutiv fiecare porțiune spre partea opusă. Rezultă că, dacă se trage o linie de-a lungul acelei suprafețe care este atunci din întîmplare convexă, linia devine mai întîi laterală, apoi concavă, apoi laterală și în cele din urmă iarăși

convexă. Această experiență poate fi încercată numai pe cîrcei mai groși care nu sînt influențați de un strat subțire de vopsea uscată. Adesea extremitățile sînt ușor curbate sau în formă de cîrlig, iar curbura acestei părți nu este niciodată inversată; în această privință ele se deosebesc de extremitățile lăstarilor volubili, care nu numai că își inversează curbarea sau devin cel puțin periodic drepți, ci se curbează într-o mai mare măsură decît partea inferioară. În majoritatea celorlalte privințe, cîrcelul acționează ca și cînd ar fi unul din multele internodii care se rotesc și care se mișcă aplecîndu-se consecutiv în toate punctele cardinale. Există totuși, în multe cazuri, această deosebire fără importanță, că un cîrcel care se curbează este separat printr-un pețiol rigid de internodiul care se curbează. La majoritatea plantelor cu cîrcei, vîrful tulpinii sau al lăstarului proemineză deasupra punctului de unde ia naștere cîrcelul; și în general se apleacă într-o parte, pentru a nu sta în drumul rotațiilor executate de cîrcel. La acele plante la care lăstarul terminal nu este suficient îndepărtat din drum, după cum am văzut la *Echinocystis*, de îndată ce cîrcelul ajunge, în mersul său de rotație, la acest punct, el devine rigid și se îndreaptă și, ridicîndu-se astfel vertical în sus, trece peste obstacol în mod admirabil.

Toți cîrceii sînt sensibili, însă în grade diferite, la atingerea unui obiect, și se apleacă spre partea atinsă. La mai multe plante, o singură atingere atît de slabă încît de-abia să miște cîrcelul foarte flexibil este suficientă pentru a produce curbarea. *Passiflora gracilis* are cîrceii cei mai sensibili pe care i-am observat; o bucățică de sîrmă de platină în greutate de 1,23 mg, așezată delicat pe vîrful concav, a determinat cîrcelul să ia forma unui cîrlig, cum a făcut și un lat de ață subțire, moale, cîntărind 2,02 mg. La cîrceii altor cîtorva plante, un lat în greutate de 4,05 mg a fost de ajuns. Vîrful unui cîrcel de *Passiflora gracilis* a început să se miște în mod vizibil după 25 de secunde de la o atingere, iar în mai multe cazuri după 30 de secunde. Asa Gray a observat de asemenea mișcarea cîrceilor la genul *Sicyos* — din *Cucurbitacee* — după 30 de secunde. Atunci cînd sînt ușor frecați, cîrceii altor cîtorva plante s-au mișcat în cîteva minute; la *Dicentra* într-o jumătate de oră, la *Smilax* într-o oră și un sfert sau și jumătate, iar la *Ampelopsis* chiar și mai încet. Mișcarea de răsucire decurgînd dintr-o singură atingere, continuă să sporească un timp considerabil, apoi încetează; după cîteva ore cîrcelul se îndreaptă și este gata să funcționeze iarăși. Atunci cînd cîrceii mai multor specii de plante au fost determinați să se aplece prin suspendarea de ei a unor greutăți extrem de mici, ei păreau să se obișnuiască cu un stimul atît de neînsemnat și s-au îndreptat ca și cînd laturile [de ață] fuseseră îndepărtate. Este indiferent ce fel de obiect atinge cîrcelul, cu excepția remarcabilă a altor cîrcei și a picăturilor de apă, după cum s-a observat la cîrceii extrem de sensibili de *Passiflora gracilis* și de *Echinocystis*. Am văzut totuși cîrcei de *Bryonia* care se prinseseră temporar de alți cîrcei, cum se întîmplă adesea la vița de vie.

Cîrceii ale căror extremități sînt permanent și ușor curbate, sînt sensibili numai pe suprafața concavă; alți cîrcei, ca cei de *Cobaea* (deși au cîrlige rigide îndreptate într-o parte) și de *Cissus discolor*, sînt sensibili pe toate părțile. Deci, atunci cînd sînt stimulați de o atingere de forță egală pe părțile opuse, cîrceii acestei din urmă plante nu se apleacă. Suprafețele inferioare și laterale ale cîrceilor de *Mutisia* sînt sensibile, nu însă și suprafața superioară. La cîrceii ramificați, diferitele ramuri acționează la fel; însă la *Hanburya* ramura laterală în formă de pinten nu devine sensibilă (pentru motivele arătate) atît de repede ca ramura principală. La majoritatea cîrceilor, partea inferioară sau bazală nu este de loc

sensibilă sau este sensibilă numai la o atingere prelungită. Vedem deci că sensibilitatea cîrceilor este o capacitate specială și localizată. Ea este cu totul independentă de capacitatea de rotire spontană; deoarece încovoierea porțiunii terminale dintr-o atingere nu întrerupe cîtuși de puțin mișcarea anterioară. La *Bignonia unguis* și la rudele sale apropiate, peţiolurile frunzelor, ca și cîrceii sînt sensibili la atingere.

Atunci cînd vin în contact cu un suport, plantele volubile se încolăcesc în jurul lui invariabil în direcția mișcării lor de rotație; însă cîrceii se încolăcesc indiferent în ce parte, în conformitate cu poziția suportului și cu partea care este prima atinsă. Mișcarea de cuprindere a extremității nu pare să fie uniformă, ci ondulatorie sau vermiformă, după cum se poate deduce din modul curios în care cîrceii de *Echinocystis* se tîrăsc în jurul unui suport neted.

Întrucît, cu puține excepții, cîrceii se rotesc spontan, se pot pune întrebările: De ce au fost ei înzestrați cu sensibilitate? De ce, atunci cînd vin în contact cu un suport, ei nu se încolăcesc în spirală în jurul lui ca plantele volubile? Un motiv poate fi că în majoritatea cazurilor cîrceii sînt atît de flexibili și de subțiri, încît atunci cînd vin în contact cu vreun obiect aproape sigur că ei vor ceda și vor fi trași înainte de mișcarea de rotire. De altfel, pe cît am putut observa, extremitățile sensibile nu au nici o capacitate de rotire și nu puteau prin acest mijloc să se încolăcească în jurul unui suport. La plantele volubile, pe de altă parte, extremitatea se apleacă mai mult decît oricare altă parte, ceea ce este de importanță considerabilă pentru mișcarea ascendentă a plantei, după cum se poate vedea pe o zi cu vînt. Este totuși posibil ca mișcarea lentă a părților bazale și mai rigide ale unor cîrcei, care se încolăcesc în jurul suporturilor așezate în drumul lor, să fie analogă cu cea a plantelor volubile. Nu m-am ocupat însă suficient de această problemă și ar fi fost greu de a distinge între o mișcare datorată unei iritabilități extrem de slabe și oprirea părții inferioare în timp ce partea superioară continua să se miște înainte.

Cîrceii care nu sînt crescuți decît pe trei sferturi, și poate la o vîrstă și mai timpurie, însă nu chiar cînd sînt foarte tineri, au capacitatea de a se roti și de a apuca orice obiect pe care îl ating. Aceste două capacități sînt în general dobîndite cam în aceeași perioadă și ambele slăbesc cînd cîrcelul este pe deplin dezvoltat. Însă la *Cobaea* și la *Passiflora punctata*, cîrceii încep să se rotească în mod inutil înainte de a fi devenit sensibili. La *Echinocystis* ei își păstrează sensibilitatea cîtva timp după ce au încetat să se rotească și după ce s-au aplecat în jos; în această poziție, chiar dacă ar fi capabili să apuce vreun obiect, asemenea capacitate nu ar servi decît să susțină tulpina. Este o împrejurare rară de a detecta orice surplus sau imperfecție în acțiunea cîrceilor — organe atît de excelent adaptate la funcțiile pe care le au de executat; vedem însă că ele nu sînt întotdeauna perfecte și ar fi pripit de a presupune că vreun cîrcel existent a atins limita maximă de perfecțiune.

Mișcarea de rotație a unor cîrcei este accelerată sau întîrziată, după cum se mișcă înspre sau dinspre lumină; alții, ca cei de mazăre, par indiferenți la acțiunea ei; iar alții se mișcă constant de la lumină spre întuneric, ceea ce îi ajută în mod substanțial în a găsi un suport. De exemplu, cîrceii de *Bignonia capreolata* se întorc de la lumină spre întuneric tot atît de sigur ca și o giruetă de vînt. La *Eccremocarpus* numai extremitățile se răsucesc și se întorc în jur pentru a aduce ramurile mai subțiri și cîrligele în atingere strînsă cu orice suprafață întunecată sau în crăpături și găuri.

Scurt timp după ce un cîrcel a prins un suport, el se contractă, cu cîteva rare excepții, într-o spirală, însă modul de contracție și diferitele avantaje importante astfel dobîndite au fost discutate atît de recent, încît nu merită repetate. Curînd după ce au prins un suport, cîrceii devin mult mai puternici și mai groși, uneori într-o măsură uimitor de durabilă, ceea ce arată cît de mult trebuie să li se schimbe țesuturile interne. Uneori, partea încolăcită în jurul unui suport devine mai groasă și mai puternică; am văzut, de exemplu, această parte a unui cîrcel de *Bignonia aequinoctialis* de două ori mai groasă și mai rigidă decît partea bazală liberă. Cîrceii care nu au prins nimic se contractă curînd și se veștejesc; însă la unele specii de *Bignonia* ei se desprind și cad ca frunzele toamna.

Cine nu a observat îndeaproape cîrceii multor specii va deduce probabil că acțiunea lor este uniformă. Într-adevăr așa este la cîrceii cei mai simpli care se răsucesc în jurul unui obiect de grosime moderată, oricare ar fi natura lui [8]. Genul *Bignonia* ne arată însă ce diversitate de acțiune poate exista între cîrceii unor specii îndeaproape înrudite. La toate cele nouă specii observate de mine, internodiile tinere se rotesc viguros; cîrceii se rotesc de asemenea, însă la unele specii o fac numai slab; și în sfîrșit, pețiolurile ale aproape tuturor speciilor se rotesc toate, deși cu forță inegală. Pețiolurile a trei dintre specii și cîrceii tuturor speciilor sînt sensibili la atingere. La prima specie descrisă cîrceii seamănă prin formă cu un picior de pasăre și nu sînt de nici un folos tulpinii la urcarea în spirală pe un suport vertical subțire, însă ei pot prinde cu tărie și ține o crenguță sau o ramură. Atunci cînd tulpina se încolăcește în jurul unui suport gros, este utilizată slaba sensibilitate a pețiolurilor foliare și întreaga frunză împreună cu cîrcelul se încolăcește în jurul lui. La *B. unguis*, pețiolurile sînt mai sensibile și au mai mare putere de mișcare decît cele ale speciei precedente; ele sînt capabile, împreună cu cîrceii, de a se încolăci inextricabil în jurul unui suport vertical subțire; tulpina nu se încolăcește însă atît de bine. *B. tweedyana* are capacități similare, însă în plus emite rădăcini aeriene care aderă de lemn. La *B. venusta* cîrceii sînt transformați în cange cu trei gheare care se mișcă spontan în mod vizibil; totuși pețiolurile și-au pierdut sensibilitatea. Tulpina acestei specii se poate încolăci în jurul unui suport vertical și este ajutată în urcarea ei de faptul că cîrceii apucă suportul alternativ la o oarecare distanță mai sus și apoi se contractă în spirală. La *B. littoralis*, cîrceii, pețiolurile și internodiile se rotesc toate spontan. Însă tulpina nu se poate încolăci, ci se urcă pe un suport vertical, apucîndu-l mai sus cu ambii cîrcei împreună, care se contractă într-o spiră. Vîrfurile acestor cîrcei se transformă în discuri adezive. *B. speciosa* are capacități similare de mișcare ca specia anterioară, însă nu se poate încolăci în jurul unui suport, deși se poate urca cuprinzînd suportul cu unul sau ambii cîrcei neramificați. Acești cîrcei introduc încontinuu capetele lor ascuțite în crăpături sau găuri foarte mici, însă întrucît ele sînt întotdeauna retrase prin contracția ulterioară în spirală, în ignoranța noastră acest obicei ne pare inutil. În sfîrșit, tulpina de *B. capreolata* se încolăcește imperfect; cîrcei foarte ramificați se rotesc capricios și se apleacă de la lumină spre întuneric; chiar atunci cînd sînt mature, extremitățile lor în formă de cîrlig pătrund în crăpături, iar cînd sînt mature apucă orice vîrf subțire care proe-

[8] Sachs a arătat totuși (*Text-Book of Botany*, trad. engleză, 1875, p. 280) ceea ce am trecut cu cu vederea și anume că la diferite specii cîrceii sînt adaptați să cuprindă suporturi de diferite grosimi. El mai arată că după ce a cuprins un suport, cîrcelul își întărește ulterior strînsoarea.

minează; în ambele cazuri ei dezvoltă discuri adezive și acestea au capacitatea de a înfășura cele mai subțiri fibre.

La genul înrudit *Eccremocarpus*, internodiile, peţiolurile și cîrceii foarte ramificaţi se rotesc toţi împreună spontan. Cîrceii nu evită lumina în întregimea lor; însă extremităţile lor boante în formă de cîrlig se așază frumos pe orice suprafaţă cu care vin în contact, pentru a evita, pare-se, lumina. Ei acţionează cel mai bine cînd fiecare ramură prinde cîteva tulpini subţiri, ca firele de iarbă pe care le strînge ulterior împreună într-un mănunchi solid prin contracţia în spirală a tuturor ramurilor. La *Cobaea* numai cîrceii fin ramificaţi se rotesc; ramurile se termină cu mici cîrlige duble, tari, ascuţite, cu ambele vîrfuri îndreptate de aceeași parte; și acestea se întorc prin mișcări bine adaptate către orice obiect cu care vin în contact. Vîrfurile ramurilor pătrund de asemenea în crăpături sau găuri întunecate. Cîrceii și internodiile de *Ampelopsis* nu au decît puţină capacitate de rotire sau de loc; cîrceii sînt numai puţin sensibili la atingere; extremităţile lor în formă de cîrlig nu pot apuca obiecte subţiri; ei nu pot apuca nici măcar un băţ, afară numai dacă au nevoie imperioasă de un suport; însă se întorc de la lumină spre întuneric și, întinzîndu-și ramurile în contact cu orice suprafaţă plană, formează discuri. Acestea aderă prin secretarea unei substanţe adezive de un zid sau chiar de o suprafaţă lustruită, ceea ce este mai mult decît la discurile de *Bignonia capreolata*.

Dezvoltarea rapidă a acestor discuri adezive este una din particularităţile cele mai remarcabile ale oricărui cîrcel. Am văzut că asemenea discuri sînt formate de către două specii de *Bignonia*, de *Ampelopsis* și, după Naudin [9], de genul cucurbitaceu *Peponopsis adhaerens*. La *Anguria*, suprafaţa inferioară a cîrcelului, după ce s-a încolăcit în jurul unui suport, formează un strat celular rugos care se adaptează strîns lemnului, însă nu este adeziv, pe cînd la *Hanburya* același strat este adeziv. Creșterea acestor excrescenţe depinde (în afară de cazul lui *Haplolophium* și a unei specii de *Ampelopsis*) de stimulul atingerii. Un fapt neobișnuit este că trei familii atît de distincte ca *Bignoniaceae*-le, *Vitaceae*-le și *Cucurbitaceae*-le posedă specii cu cîrceii avînd această capacitate remarcabilă.

Sachs atribuie toate mișcările cîrceilor creșterii rapide a părţii opuse celei care devine concavă. Aceste mișcări constau din nutaţii rotative, aplecări înspre și dinspre lumină, în opoziţie faţă de gravitaţie, în deplasare sub influenţa atingerii și în contracţia în spirală. A nu fi de acord cu o autoritate atît de mare ar fi prea îndrăzneţ, dar nu pot crede că cel puţin una din aceste mișcări — curbarea în urma atingerii — este determinată de cauza arătată [10]. În primul rînd se poate observa că mișcarea de nutaţie se deosebește de cea datorată unei atingeri în măsura în care în unele cazuri cele două capacităţi sînt dobîndite de același cîrcel, la diferite perioade de creștere; și partea sensibilă a cîrcelului nu pare capabilă de nutaţie. Unul din motivele mele principale de a mă îndoi dacă curbarea dintr-o atingere este rezultatul creșterii este rapiditatea extraordinară a mișcării. Am văzut extremitatea unui cîrcel de *Passiflora gracilis* aplecîndu-se vizibil, după ce a fost atins, în 25 de secunde și adesea în 30 de secunde, după

[9] „Annales des Sc. Nat. Bot.", Seria a 4-a, vol. XII, p. 89.

[10] Mi-a trecut prin minte că mișcarea de nutaţie și cea provocată de atingere ar putea fi diferit influenţată de anestezici, la fel după cum a arătat Paul Bert că este cazul la mișcările de somn ale mimozei și cele provocate de o atingere. Am experimentat cu mazărea comună și cu *Passiflora gracilis*; am reușit însă doar să observ că ambele mișcări nu erau influenţate de o expunere de 1½ oră la o doză relativ mare de eter sulfuric. În această privinţă, aceste plante prezintă un contrast uimitor cu *Drosera*, datorită, fără îndoială, prezenţei glandelor absorbante la această din urmă plantă.

cum se întîmplă și la cîrcelul mai gros de *Sicyos*. Pare aproape de necrezut ca suprafețele lor exterioare să fi crescut de fapt în lungime într-un timp atît de scurt, ceea ce implică o modificare structurală permanentă. De altfel, după această ipoteză, creșterea trebuie să fie considerabilă, deoarece dacă atingerea a fost cîtuși de puțin brutală, extremitatea s-a încolăcit în două sau trei minute într-o spirală cu mai multe spire.

Atunci cînd vîrful extrem al cîrcelului de *Echinocystis* a prins un suport neted, el s-a încolăcit în cîteva ore (după cum este descris la p. 69) de două sau de trei ori în jurul suportului, după cum se pare, printr-o mișcare ondulatorie. La început am atribuit această mișcare creșterii părții externe; de aceea am făcut semne negre și am măsurat spațiile dintre ele, însă nu am putut descoperi nici o sporire în lungime. Pare de aceea probabil atît în acest caz cît și în altele că curbarea cîrcelului în urma unei atingeri depinde de contracția celulelor de-a lungul părții concave. Sachs însuși admite [11] că „dacă creșterea care are loc în întregul cîrcel în timpul atingerii cu un suport este mică, o accelerație considerabilă are loc pe suprafața convexă, în general însă nu există nici o alungire pe partea concavă, sau poate există chiar o *contracție*; în cazul unui cîrcel de *Cucurbita*, această contracție a ajuns la aproape o treime din lungimea inițială". Într-un pasaj ulterior, Sachs pare să întîmpine o oarecare dificultate în a explica acest fel de contracție. Nu trebuie totuși presupus din observațiile de mai sus că am vreo îndoială, după ce am citit observațiile lui De Vries, asupra faptului că suprafețele exterioare și întinse ale cîrceilor fixați cresc ulterior în lungime. Asemenea creștere îmi pare pe deplin compatibilă cu faptul că prima mișcare este independentă de creștere. Știu tot atît de puțin de ce o atingere delicată trebuie să determine contracția unei părți a cîrcelului, ca și de ce — după ipoteza lui Sachs — trebuie să ducă la creșterea extraordinar de rapidă a părții opuse. Motivul principal sau chiar unic care să ne facă să credem că îndoirea cîrcelului atunci cînd este atins se datorează creșterii rapide pare să fie acela că cîrceii își pierd sensibilitatea și capacitatea de mișcare după ce au crescut pînă la înălțimea lor deplină; acest fapt este însă inteligibil, dacă avem în vedere că funcțiile unui cîrcel sînt adaptate să tragă în sus spre lumină lăstarul terminal în creștere. Care ar fi folosul dacă un cîrcel bătrîn și pe deplin dezvoltat, ieșind din partea inferioară a unui lăstar, și-ar păstra capacitatea de a cuprinde un suport? Aceasta ar fi inutil; și am văzut la cîrcei atîtea cazuri de adaptări strînse și de economie de mijloace, încît putem fi siguri că ei își dobîndesc iritabilitatea și capacitatea de a cuprinde un suport la o vîrstă potrivită, și anume în tinerețe și nu-și păstrează inutil o asemenea capacitate dincolo de vîrsta potrivită.

[11] *Text-Book of Botany*, 1875, p. 779.

CAPITOLUL AL V-LEA

PLANTE CARE SE CAȚĂRĂ CU AJUTORUL CÎRLIGELOR ȘI RĂDĂCINILOR — OBSERVAȚII FINALE

Plante care se cațără cu ajutorul cîrligelor sau numai se tîrăsc peste alte plante — Plante cățărătoare cu ajutorul rădăcinii, substanța adezivă secretată de radicule — Concluzii generale în legătură cu plantele cățărătoare și stadiile lor de dezvoltare.

Plante care se cațără cu ajutorul cîrligelor. — În observațiile mele introductive am afirmat că, pe lîngă cele două mari categorii de plante cățărătoare, și anume cele care se încolăcesc în jurul unui suport și cele înzestrate cu iritabilitate ce le dă posibilitatea să apuce obiecte cu ajutorul peţiolurilor sau al cîrceilor lor, există alte două categorii : plantele care se cațără cu ajutorul cîrligelor și care se caţără cu ajutorul rădăcinilor. De altfel, după cum a remarcat Fritz Müller [1], multe plante se urcă sau se cațără în sus pe tufișuri într-un mod și mai simplu, fără vreun ajutor special, dacă nu luăm în considerare că lăstarii lor principali sînt în general lungi și flexibili. S-ar putea bănui totuși din ceea ce urmează că acești lăstari tind în unele cazuri să evite lumina. Puținele plante care se cațără cu ajutorul cîrligelor și pe care le-am observat, și anume *Galium aparine*, *Rubus australis* și cîțiva trandafiri cățărători, nu prezintă nici o mișcare spontană de rotație. Dacă ele ar fi avut această capacitate și ar fi fost capabile de încolăcire, ele ar fi fost incluse în categoria plantelor volubile, deoarece unele plante volubile sînt prevăzute cu țepi sau cîrlige care le ajută la urcare. Hameiul, de exemplu care este volubil, are cîrlige răsfrînte tot atît de mari ca cele de *Galium* ; alte cîteva plante volubile au peri rigizi răsfrînți, iar *Dipladenia* are la baza frunzelor un cerc de ghimpi bonți. Nu am văzut decît o singură plantă cu cîrcei, și anume *Smilex aspera*, care are ghimpi răsfrînți ce se mai întîlnesc și la cîteva plante cățărătoare cu ajutorul ramurilor din sudul Braziliei și din Ceylon ; ramurile lor devin treptat cîrcei adevărați. Se pare că un mic număr de plante se caţără numai cu ajutorul cîrligelor și o fac foarte eficient ca unii palmieri din Lumea

[1] „Journ. of Linn. Soc.", vol. IX, p. 348. Prof. G. Jaeger a remarcat în mod reușit (*In Sachen Darwin's insbesonders contra Wigand*, 1874, p. 106) că este foarte caracteristic pentru plantele cățărătoare faptul că formează tulpini subțiri, lungi și flexibile. El mai observă că plantele crescînd sub alte specii sau arbori mai înalți se transformă în mod firesc în plante cățărătoare ; și deoarece asemenea plante se îndreaptă spre lumină și nu sînt prea tare agitate de vînt, ele tind să producă lăstari lungi, subțiri și flexibili.

nouă și veche. Chiar unii trandafiri cățărători se urcă pe zidurile unei case înalte, dacă zidurile sînt acoperite cu spaliere. Nu știu cum se realizează aceasta. Cînd am pus un asemenea trandafir într-un ghiveci la geam, lăstarii lui tineri s-au aplecat neregulat spre lumină în timpul zilei și în contra luminii în timpul nopții, ca lăstarii oricărei plante obișnuite, așa încît nu este ușor de înțeles cum de au putut ajunge sub un spalier foarte aproape de zid [2].

Plante care se cațără cu ajutorul rădăcinilor. — Foarte multe plante intră în această categorie și sînt excelente cățărătoare. Una dintre cele mai remarcabile este *Marcgravia umbellata* din pădurile tropicale ale Americii de Sud, a cărei tulpină crește strîns lipită de trunchiurile arborilor, căpătînd o înfățișare turtită, curioasă, după cum aflu de la dl. Spruce; pe alocuri emite niște agățători (rădăcini) care aderă de trunchi și, dacă acesta este subțire, îl cuprind complet. Cînd această plantă ajunge la lumină, ea produce ramuri libere cu tulpini rotunde, cu frunze foarte ascuțite, uimitor de diferite ca aspect de cele ale tulpinii, atîta timp cît aceasta rămîne aderentă. Această deosebire surprinzătoare dintre frunze am observat-o de asemenea în sera mea la *Marcgravia dubia*. După cum am văzut, plantele cățărătoare cu ajutorul rădăcinilor, ca iedera (*Hedera helix*), *Ficus repens* și *F. barbatus*, nu au nici o capacitate de mișcare, nici chiar de la lumină spre întuneric. După cum s-a arătat mai sus, *Hoya carnosa* (*Asclepiadaceae*) este o plantă volubilă în spirală, și de asemenea se fixează prin radicele chiar de un zid neted. Planta cu cîrcei *Bignonia tweedyana* emite rădăcini care se curbează în semicerc și se fixează de suporturi subțiri. *Tecoma radicans* (*Bignoniaceae*), care este îndeaproape înrudită cu multe specii cu mișcări de rotație spontane, se cațără cu ajutorul radicelelor, totuși lăstarii tineri par să se miște în toate părțile mai mult decît se poate explica prin acțiunea variabilă a luminii.

Nu am observat îndeaproape multe plante care se cațără cu ajutorul rădăcinilor; pot cita însă un fapt curios: *Ficus repens* se cațără pe zid ca iedera; și cînd radicele tinere sînt apăsate ușor pe bucăți de sticlă, ele emit după un interval de o săptămînă, după cum am observat de mai multe ori, picături foarte mici de lichid limpede, total diferit de sucul lăptos produs în locurile rănite. Acest lichid este puțin vîscos, însă nu poate fi tras într-un fir. El are calitatea remarcabilă de a nu se usca prea repede; o picătură de mărimea unei jumătăți de gămălie a fost întinsă subțire pe sticlă și am împrăștiat pe ea cîteva fire de nisip. Sticla a fost lăsată neacoperită într-un sertar pe timp călduros și uscat și, dacă lichidul ar fi fost apă, el s-ar fi uscat cu siguranță în cîteva minute; picătura a rămas însă lichidă timp de 128 de zile, învăluind fiecare fir de nisip; nu pot spune cît de mult timp ar mai fi rămas în această stare. Alte cîteva radicele au fost lăsate în contact cu sticla — 10 sau 14 zile — și de data aceasta picăturile de lichid secretat erau puțin mai mari și atît de vîscoase, încît puteau fi trase în fir. Alte cîteva radicele au fost lăsate în contact cu sticla 23 de zile, aderînd puternic de ea. De aici putem conchide că radicelele secretă mai întîi un lichid puțin vîscos, apoi absorb o parte din apă (deoarece am văzut că lichidul nu se usucă de la sine) și în cele din urmă rămîne substanța vîscoasă (cimentul). Dacă radicelele sînt smulse de pe sticlă, pe ea rămîn particule de materie gălbuie

[2] Prof. Asa Gray a explicat, după cît s-ar părea, această dificultate a lucrării de față în revista sa („Amer. Journ. Sci.", vol. XL, septembrie 1865, p. 282). El a observat că lăstarii puternici de vară ai trandafirului Michigan (*Rosa setigera*) au o tendință accentuată de a pătrude în crăpături întunecate și în contra luminii, astfel încît este sigur că ei se vor așeza sub un spalier. El adaugă că lăstarii laterali, produși în primăvara următoare, au ieșit de sub spalier deoarece se îndreptau spre lumină.

care parțial erau solubile într-o picătură de sulfură de carbon; și acest lichid extrem de volatil a devenit cu mult mai puțin volatil sub influența substanței dizolvate.

Întrucît sulfura de carbon are o puternică capacitate de a muia cauciucul întărit, am scufundat în ea pentru scurt timp cîteva radicele ale unei plante care crescuse pe un zid tencuit și am găsit multe fire extrem de subțiri de substanță transparentă nevîscoasă, însă neobișnuit de elastică, întocmai ca și cauciucul, fixate de două grupuri de radicele de pe aceeași ramură. Aceste fire porneau cu un capăt de la scoarța radicelei, iar cu celălalt capăt erau puternic fixate de particule de nisip și de mortar de pe zid. Această observație nu putea fi greșită, întrucît multă vreme m-am distrat întinzînd la microscop aceste fire cu ajutorul acelor de disecție și lăsîndu-le apoi să se contracte din nou. Am privit totuși de repetate ori alte radicele la fel tratate și nu am putut descoperi vreodată aceste fire elastice. Deduc de aceea că ramura respectivă trebuie să se fi îndepărtat puțin de zid, într-o perioadă critică, cînd secreția era în curs de uscare prin absorbirea părților apoase. Genul *Ficus* abundă în cauciuc și putem conchide din faptele menționate că această substanță, mai întîi în soluție și pînă în cele din urmă modificată într-un ciment neelastic [3], este folosită de *Ficus repens* pentru a-și cimenta radicelele de orice suprafață pe care se urcă. Nu știu dacă alte plante care se cațără prin radicelele lor emit vreo asemenea substanță; însă radicelele de iederă așezate pe sticlă de-abia au aderat de ea, deși secretau puțină substanță gălbuie. Pot adăuga că radicelele de *Margravia dubia* pot adera puternic de lemn neted vopsit.

Vanilla aromatica emite rădăcini aeriene lungi de 30 cm, îndreptate drept spre sol. După Mohl (p. 49), ele pătrund în crăpături și cînd întîlnesc un suport subțire se răsucesc în jurul lui, după cum fac cîrceii. O plantă tînără pe care o avem nu a format rădăcini lungi; punînd-o însă în contact cu bețe subțiri, rădăcinile s-au aplecat puțin dar neîndoielnic spre acea parte în decurs de aproximativ o zi și s-au prins de lemn cu ajutorul radicelelor; rădăcinile nu au înfășurat însă complet bețele, iar ulterior și-au urmat din nou mersul lor descendent. Este probabil că aceste ușoare mișcări ale rădăcinilor sînt datorate creșterii mai rapide a părții expuse la lumină, în comparație cu cealaltă parte, și nu faptului că rădăcinile sînt sensibile la contact, la fel ca și cîrceii adevărați. După Mohl, radicelele anumitor specii de *Lycopodium* acționează ca și cîrceii [4].

OBSERVAȚII FINALE ASUPRA PLANTELOR CĂȚĂRĂTOARE

După cum se poate presupune, plantele devin cățărătoare pentru a ajunge la lumină și a expune o mare suprafață a frunzelor lor acțiunii ei și a aerului liber. Aceasta se realizează de către plantele cățărătoare cu uimitor de puțină cheltuială de materie organică, în comparație cu arborii care trebuie să susțină o sarcină de ramuri grele printr-un trunchi masiv. Aceasta explică, fără îndoială,

[3] D. Spiller a arătat recent (Chemical Society, 16 febr. 1965) într-o lucrare despre oxidarea cauciucului, că, atunci cînd această substanță este expusă la aer fiind mărunțită, se transformă treptat într-o substanță rășinoasă, fragilă foarte asemănătoare șelacului.

[4] Fritz Müller mă informează că în pădurile din sudul Braziliei a văzut numeroase cordoane negre, de la cîțiva milimetri pînă la 2,5 cm în diametru, răsucite în spirală în jurul unor arbori gigantici. La început credea că ele sînt tulpinile unor plante volubile care se urcau astfel pe copaci; ulterior el a constatat însă că ele erau rădăcinile aeriene ale unui *Philodendron* care creștea sus pe ramurile copacului. De aceea, aceste rădăcini par să fie cu adevărat volubile, deși ele își folosesc această capacitate pentru a coborî și nu pentru a se urca cum fac plantele volubile. Rădăcinile aeriene ale altor cîtorva specii de *Philodendron* atîrnă vertical în jos, uneori în lungime de 15 m.

faptul că există atît de multe plante cățărătoare în toate colțurile lumii, aparținînd multor ordine diferite. Aceste plante au fost grupate în patru categorii, fără a ține seama de cele care doar se întind pe tufe, fără vreun ajutor special. Plantele care se cațără cu ajutorul cîrligelor sînt cel mai puțin eficiente din toate, cel puțin în țările noastre temperate, și nu se pot cățăra decît în mijlocul unei mase încîlcite de vegetație. Plantele care se cațără cu ajutorul rădăcinilor sînt excelent adaptate să se urce pe suprafețe goale de stîncă sau pe trunchiuri de copaci; totuși, atunci cînd se cațără pe trunchiuri de copaci, ele sînt obligate să rămînă mult în umbră; ele nu pot trece de pe o ramură pe alta și astfel să acopere tot vîrful arborelui, întrucît radicelele lor au nevoie pentru a adera de un contact strîns și îndelungat cu o suprafață nemișcată. Cele două mari categorii, plantele volubile și plantele cu organe sensibile (cele ce se cațără cu ajutorul frunzelor și cele înzestrate cu cîrcei) luate împreună depășesc mult ca număr și prin perfecțiunea mecanismului lor plantele cățărătoare din ultimele două categorii. Plantele care au capacitatea de a se roti spontan și de a apuca obiecte cu care vin în contact, trec ușor de pe o ramură pe alta și se mișcă eficient pe o suprafață mare luminată de soare.

Diviziunile cuprinzînd plantele volubile, plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor și plantele cu cîrcei trec treptat, într-o anumită măsură, dintr-una într-alta și aproape toate au aceeași capacitate remarcabilă de a se roti spontan. Se poate pune întrebarea dacă această gradație indică faptul că plantele aparținînd unei singure subdiviziuni într-adevăr au trecut sau pot trece în decursul timpului de la o stare la alta. De exemplu, a preluat vreo plantă cu cîrcei structura prezentă fără să fi existat anterior ca plantă care se cațără prin frunze sau ca plantă volubilă? Dacă privim numai plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor, ele ne sugerează că au fost inițial volubile. Internodiile tuturor, fără excepție, se rotesc în exact același fel ca la plantele volubile; mai există cîteva care se pot încolăci bine, majoritatea celorlalte însă în mod imperfect. Mai multe genuri de plante care se cațără cu ajutorul frunzelor sînt strîns înrudite cu alte genuri care sînt simple plante volubile. Trebuie observat, de asemenea, că prezența frunzelor cu pețioluri sensibile și prin urmare avînd capacitatea de a cuprinde obiecte ar fi relativ de puțin folos unei plante, afară numai dacă este asociată cu internodii care se rotesc și prin care frunzele sînt puse în contact cu un suport; deși, fără îndoială că o plantă tîrîtoare este capabilă, după cum a observat prof. Jaeger, de a se sprijini pe alte plante cu ajutorul frunzelor lor. Pe de altă parte, internodiile care se rotesc sînt suficiente, fără vreun alt ajutor, pentru cățărare; așa încît pare probabil că plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor să fi fost în majoritatea cazurilor mai întîi volubile, ulterior devenind capabile să apuce un suport; ceea ce, după cum vom vedea îndată, este un mare avantaj suplimentar.

Din motive analoge, probabil că toate plantele cu cîrcei au fost inițial volubile, adică sînt descendente din plante avînd această capacitate sau obicei; astfel, internodiile majorității [plantelor cu cîrcei] se rotesc și la cîteva specii tulpina flexibilă mai păstrează încă capacitatea de a se încolăci în jurul unui suport vertical. Plantele cu cîrcei au suferit o modificare mult mai mare decît cele care se cațără cu ajutorul frunzelor; nu este deci surprinzător că presupusele lor obiceiuri inițiale de a se roti și încolăci au fost mai frecvent pierdute sau modificate decît la cele care se cațără cu ajutorul frunzelor. Cele trei mari familii de plante cu cîrcei la care a avut loc această pierdere în modul cel mai

pronunțat sînt *Cucurbitaceae*-le, *Passifloraceae*-le și *Vitaceae*-le. La prima din aceste familii internodiile se rotesc; nu am auzit însă de nici o formă volubilă, cu excepția (după Palm, p. 29 și 52) speciei *Momordica balsamina*, dar și aceasta nu este decît o plantă volubilă imperfectă. La celelalte două familii nu am aflat de nici o plantă volubilă; iar internodiile au rareori capacitatea de rotire, aceasta fiind limitată la cîrcei. Internodiile de *Passiflora gracilis* au însă această capacitate perfectă, iar cele ale viței de vie obișnuită o au într-o măsură imperfectă, așa încît cel puțin o urmă a presupusului obicei inițial a fost păstrată de unii reprezentanți ai tuturor grupelor mai mari de plante cu cîrcei.

Cu privire la acest punct de vedere se poate pune întrebarea de ce oare speciile care erau inițial volubile s-au transformat la atîtea grupe în plante care se cațără cu ajutorul frunzelor sau a cîrceilor? La ce le-a folosit? De ce nu au rămas simple plante volubile? Există mai multe motive. Unei plante îi poate fi de folos să dobîndească o tulpină mai groasă, cu internodii scurte, purtînd frunze multe sau mari; iar asemenea tulpini nu sînt apte pentru încolăcit. Oricine va privi o plantă volubilă pe vreme de vînt va vedea că ea este ușor aruncată de pe suportul ei; altfel însă stau lucrurile la plantele cu cîrcei sau la cele care se cațără cu ajutorul frunzelor, întrucît ele apucă repede și cu putere suportul lor printr-o mișcare cu mult mai eficientă. Aceste plante care însă se mai încolăcesc posedă însă, în același timp, cîrcei sau peţioluri sensibile, ca unele specii de *Bignonia*, *Clematis* și *Tropaeolum*; la ele se poate ușor observa cum apucă un suport vertical incomparabil mai bine decît o fac simplele plante volubile. Cîrceii au capacitatea de a apuca un obiect; ei pot fi lungi și subțiri, așa încît se cheltuiește puțină substanță organică pentru dezvoltarea lor și totuși ei cuprind un cerc larg în căutarea unui suport. Plantele cu cîrcei pot, de la începutul dezvoltării lor, să se urce de-a lungul ramurilor exterioare ale oricărei tufe învecinate și sînt astfel expuse din plin la lumină; plantele volubile sînt, din contra, cele mai apte să se urce pe tulpini și de obicei trebuie să-și înceapă drumul în umbră. În pădurile tropicale, înalte și dense, plantele volubile vor reuși probabil mai bine decît majoritatea speciilor cu cîrcei; însă majoritatea celor volubile, cel puțin în regiunile noastre temperate, nu pot, prin natura mișcării lor de rotație, să se urce pe trunchiuri groase, în vreme ce aceasta se poate efectua de plantele cu cîrcei, dacă trunchiurile sînt ramificate sau poartă rămurele, iar la unele specii dacă scoarța este aspră.

Avantajul obținut prin cățărare este de a ajunge la lumină și la aer liber cu cît mai puțină cheltuială de substanță organică; or, la plantele volubile, tulpina este mult mai lungă decît este absolut necesar; am măsurat, de exemplu, tulpina unei plante de fasole care se urcase la înălțimea de exact 60 cm; ea era lungă de 90 cm; tulpina unei plante de mazăre, pe de altă parte, se urcase pînă la aceeași înălțime cu ajutorul cîrceilor săi, însă nu era decît cu puțin mai lungă decît înălțimea la care a ajuns. Din faptul că speciile care încă se mai încolăcesc — fiind însă ajutate de peţioluri agățătoare sau de cîrcei — formează de obicei spirale mai largi decît cele efectuate de simple plante volubile, deduc că această economie în lungimea tulpinii este într-adevăr utilă pentru plantele cățărătoare. De altfel, plantele astfel ajutate, după ce execută o rotire sau două într-o direcție, se urcă drept pe o porțiune, inversînd apoi direcția spiralelor. În acest fel, cu aceeași lungime de tulpină ele urcă la o înălțime mult mai mare decît ar fi fost posibil altfel; și aceasta o fac în siguranță, întrucît pentru cățărat ele se asigură [ajutîndu-se] la anumite intervale prin peţiolurile sau cîrceii lor prehensibili.

Am văzut că [acești] cîrcei reprezintă diferite organe modificate, și anume frunze, pedunculi florali, ramuri și poate stipule. În privința frunzelor, dovezile modificării lor [în cîrcei] sînt numeroase. La plante tinere de *Bignonia*, frunzele inferioare rămîn adesea cu totul nemodificate, în vreme ce la frunzele superioare foliolele terminale se transformă în cîrcei perfecți; la *Eccremocarpus* am văzut o singură ramură laterală a unui cîrcel înlocuită printr-o foliolă perfectă; la *Vicia sativa*, pe de altă parte, foliolele sînt înlocuite uneori prin ramuri de cîrcei; și se pot cita multe alte asemenea exemple. Cel care crede însă în modificarea lentă a speciilor nu se va mulțumi numai în a determina natura omologă a diferitelor feluri de cîrcei, ci va dori să afle, pe cît posibil, stadiile reale prin care frunzele, pedunculii florali etc. și-au modificat complet funcțiile și au ajuns să servească numai ca organe prehensibile.

S-au prezentat dovezi din abundență pentru întîiul grup de plante care se cațără cu ajutorul frunzelor, în sensul că un organ care mai păstrează încă funcțiile unei frunze devine sensibil la atingere și astfel apucă un obiect învecinat. La mai multe plante care se cațără cu ajutorul frunzelor, frunzele adevărate se rotesc spontan, iar pețiolurile lor după ce cuprind un suport devin mai groase și mai puternice. Vedem astfel că frunzele pot dobîndi toate calitățile principale și caracteristice ale cîrceilor, și anume sensibilitatea, mișcarea spontană și ulterior forță sporită. Dacă limburile lor ar avorta, ele ar forma cîrcei adevărați. Și într-adevăr acest proces de avortare poate fi urmărit pas cu pas, pînă ce nu mai rămîne nici o urmă a naturii inițiale a cîrcelului. La *Mutisia clematis*, cîrcelul seamănă îndeaproape ca formă și culoare cu pețiolul uneia dintre frunzele obișnuite, împreună cu nervurile mediane ale foliolelor, uneori însă mai sînt păstrate vestigii ale limbului foliat. La patru genuri de *Fumariaceae* putem urmări întregul proces de transformare. Foliolele terminale ale speciei *Fumaria officinalis* care se cațără cu ajutorul frunzelor nu sînt mai mici decît celelalte foliole: cele ale speciei *Adlumia cirrhosa* care se cațără cu ajutorul frunzelor sînt considerabil reduse; la *Corydalis claviculata* (o plantă care poate fi socotită printre cele care se cațără cu ajutorul frunzelor și al cîrceilor), limbul foliar sau este redus la dimensiuni microscopice sau complet avortat, așa încît această plantă este de fapt în stare de tranziție; și în sfîrșit, la *Dicentra*, cîrceii sînt perfect tipici. De aceea, dacă am putea privi în același timp toți strămoșii speciei *Dicentra*, am vedea cu siguranță o serie ca cea pe care o prezintă cele trei genuri menționate mai sus. La *Tropaeolum tricolorum* avem un alt fel de trecere; căci frunzele care sînt formate mai întîi de tulpinile tinere sînt complet lipsite de limb și trebuie numite cîrcei, în vreme ce frunzele formate mai tîrziu au limbul bine dezvoltat. În toate cazurile, dobîndirea sensibilității de către nervurile mediane ale frunzelor pare să fie în raport strîns cu avortarea limbului lor.

După ipoteza prezentată aici, plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor au fost inițial volubile, iar plantele cu cîrcei (dacă s-au format din frunze modificate) au fost inițial plante care se cațără cu ajutorul frunzelor. Acestea din urmă sînt prin urmare intermediare între plantele volubile și cele cu cîrcei și ar trebui să fie înrudite cu ambele. Așa și este; astfel, diferitele specii care se cațără cu ajutorul frunzelor de *Antirrhineae*, de *Solanum*, *Coeculus* și *Gloriosa* au în cadrul aceleiași familii sau chiar al aceluiași gen rude care sînt volubile. În genul *Mikania* există specii care se cațără cu ajutorul frunzelor și specii volubile. Speciile care se cațără cu ajutorul frunzelor sînt strîns înrudite cu cele

de *Naravelia* înzestrate cu cîrcei. *Fumariaceele* includ genuri strîns înrudite care se cațără cu ajutorul frunzelor sau cu ajutorul cîrceilor. În sfîrșit, o specie de *Bignonia* se cațără în același timp atît cu ajutorul frunzelor, cît și cu al cîrceilor; iar alte specii strîns înrudite sînt volubile.

Alt fel de cîrcei constă din pedunculi florali modificați. Și aici avem de asemenea multe stări interesante de tranziție. Vița de vie comună (pentru a nu mai menționa pe *Cardiospermum*) ne oferă toate gradațiile posibile între un cîrcel perfect dezvoltat și un peduncul floral acoperit cu flori, deși înzestrat cu o ramură formînd un cîrcel floral. Cînd acesta din urmă poartă el însuși cîteva flori, după cum știm că se întîmplă uneori, și totuși păstrează capacitatea de a cuprinde un suport, vedem o stare inițială a tuturor acelor cîrcei care au fost formați prin modificarea pedunculilor florali.

După Mohl și alții, unii cîrcei constau din ramuri modificate; personal nu am observat nici un asemenea caz și nu știu nimic despre stările lor de tranziție; ele au fost însă descrise complet de către Fritz Müller. Genul *Lophospermum* ne arată de asemenea cum o asemenea tranziție este posibilă; întrucît ramurile sale se rotesc spontan și sînt sensibile la contact. Deci, dacă frunzele de pe unele din ramurile de *Lophospermum* ar avorta, acele ramuri s-ar transforma în cîrcei adevărați. Și este foarte probabil ca numai anumite ramuri să fie astfel modificate, deoarece am văzut la unele varietăți de *Phaseolus* că unele ramuri sînt subțiri, flexibile și se încolăcesc, pe cînd alte ramuri de pe aceeași plantă sînt rigide și nu au asemenea capacitate.

La întrebarea în ce fel un pețiol, o ramură sau un peduncul floral au devenit pentru prima dată sensibili la atingere și cum au dobîndit capacitatea de a se apleca înspre partea atinsă, nu obținem nici un răspuns sigur. Totuși, o observație a lui Hofmeister[5] merită atenție, și anume că lăstarii și frunzele tuturor plantelor atîta timp cît sînt tinere se mișcă după ce au fost scuturate. Kerner constată de asemenea, după cum am văzut, că pedunculii florali ai unui mare număr de plante se apleacă spre această parte, dacă sînt scurtați sau frecați ușor. Ori care ar fi natura lor omologă pețiolurile și cîrceii tineri sînt cei care se mișcă atunci cînd sînt atinși. Se pare astfel că plantele cățărătoare au folosit și perfectat o capacitate foarte răspîndită și incipientă, capacitate care, pe cît putem vedea, nu este de nici un folos plantelor obișnuite. Dacă mai cercetăm apoi în ce fel tulpinile, pețiolurile, cîrceii și pedunculii florali au dobîndit pentru prima dată capacitatea de rotire spontană sau mai precis capacitatea de a se apleca succesiv în toate direcțiile, rămînem iar fără răspuns sau cel mult nu putem observa decît că capacitatea de mișcare atît spontană, cît și sub influența diverșilor stimuli este cu mult mai obișnuită la plante decît se presupune în general de cei care nu s-au ocupat de acest subiect. Am prezentat un exemplu remarcabil, și anume cel al speciei *Maurandia semperflorens*, ai cărei pedunculi florali se rotesc spontan în cercuri foarte mici, iar cînd sînt frecați ușor se apleacă spre partea atinsă; totuși această plantă nu profită de aceste două capacități slab dezvoltate. O examinare atentă a altor plante tinere va arăta probabil ușoare mișcări spontane ale tulpinilor, pețiolurilor sau pedunculilor precum și sensibilitate la atingere[6].

[5] Citat de Cohn în remarcabilul său memoriu *Contractile Gewebe in Pflanzenreich*, „Abhandl. der Schlesischen Gesell.", 1861, caiet 1, p. 35.

[6] Constat acum că se știe de cîtva timp că asemenea ușoare mișcări spontane au loc de exemplu la tulpinile florale de *Brassica napus* și la frunzele multor plante; Sachs, *Text-Book of Botany*, 1875, p. 766 și 785. Fritz Müller de asemenea a arătat în legătură cu subiectul nostru de față („Jenaische Zeitschrift", vol. V, caiet 2, p. 133) că tulpinile de *Alisma* și de *Linum* cît sînt tinere execută încontinuu ușoare mișcări în toate direcțiile, ca și cele ale plantelor cățărătoare.

Vedem că cel puțin *Maurandia* ar putea, printr-o sporire a capacității pe care o posedă, să prindă mai întîi un suport cu ajutorul pedunculilor săi florali, iar apoi, prin avortarea unora din florile sale (ca la *Vitis* sau *Cardiospermum*), să dobîndească cîrcei perfecți.

Mai există un alt punct interesant care merită atenție. Am văzut că unii cîrcei își datorează originea unor frunze modificate, iar alții unor pedunculi florali modificați; așa că unii sînt foliari, iar alții axiali, prin natura lor. S-ar fi putut prevedea că ei ar fi prezentat o oarecare deosebire în funcție, ceea ce nu este cazul. Din contră, cîrceii prezintă cea mai completă identitate în diferitele lor capacități caracteristice. Cîrceii de ambele feluri se rotesc spontan cu aproximativ aceeași viteză. Cînd sînt atinși, ambii se apleacă repede spre partea atinsă, revenindu-și ulterior și fiind gata să acționeze din nou. La ambii, sensibilitatea este fie limitată la o singură parte, fie extinsă de jur împrejurul cîrcelului. Ambii sînt fie atrași, fie respinși de lumină. Această din urmă proprietate poate fi văzută la cîrceii foliari de *Bignonia capreolata* și la cîrceii axiali de *Ampelopsis*. La aceste două plante, vîrfurile cîrceilor se măresc, după atingere, devenind discuri care sînt la început adezive prin secreția unei substanțe adezive. Curînd după ce cuprind un suport, ambele feluri de cîrcei se contractă în spirală; ei cresc apoi mult în grosime și forță. Dacă adăugăm la aceste diferite puncte de identitate faptul că pețiolul de *Solanum jasminioides* după ce a cuprins un suport adoptă una din trăsăturile cele mai caracteristice ale axei, și anume un inel închis de vase lemnoase, cu greu putem evita întrebarea dacă deosebirea dintre organele foliare și cele axiale este atît de esențială după cum se crede de obicei[7].

Am încercat să urmărim cîteva din studiile genezei plantelor cățărătoare. Însă, în decursul facultăților fără de sfîrșit ale condițiilor de viață la care toate organismele au fost supuse, s-ar putea prevedea că unele plante cățărătoare ar fi pierdut obiceiul de a se cățăra. Avem un exemplu bun în cazurile arătate ale anumitor plante sud-africane aparținînd unor mari familii volubile, care în țara lor de origine nu se încolăcesc niciodată, însă care atunci cînd sînt cultivate în Anglia își reiau acest obicei. La *Clematis flammula* care se cațără cu ajutorul frunzelor și la vița de vie cu cîrcei, nu vedem nici o pierdere în capacitatea de cățărare, ci numai o rămășiță a capacității de rotire care este indispensabilă tuturor plantelor volubile și este atît de comună și atît de folositoare majorității plantelor cățărătoare. La *Tecoma radicans*, din *Bignoniaceae*, vedem o ultimă și îndoielnică urmă a capacității de rotire.

În privința avortării cîrceilor, anumite varietăți cultivate de *Curcubita pepo*, după Naudin[8], fie că au pierdut complet aceste organe, fie că le au într-o formă semimonstruoasă. În experiența mea limitată nu am întîlnit decît un singur exemplu indiscutabil al suprimării lor naturale, și anume la bobul comun. Toate celelalte specii de *Vicia* cred că au cîrcei; însă bobul este destul de rigid pentru a-și susține propria sa tulpină, și la această specie, la capătul pețiolului, unde, prin analogie, ar fi trebuit să existe un cîrcel, proeminează un mic filament ascuțit, lung de circa 0,8 cm și care este probabil rudimentul unui cîrcel. Aceasta se poate deduce mai sigur, deoarece la exemplarele tinere și nesănătoase ale altor plante înzestrate cu cîrcei se pot observa uneori rudi-

[7] D. Herbert Spencer a argumentat recent (*Principles of Biology*, 1865, p. 37 etc.) cu multă tărie că nu există nici o deosebire fundamentală între organele foliare și cele axiale ale plantelor.

[8] Annales des Sc. Nat., Seria a 4-a, Bot., 1856, vol. VI, p. 31.

mente asemănătoare. La bob, aceste filamente variază ca formă, cum se întîmplă adesea la organe rudimentare; ele sînt fie cilindrice, fie foliacee, sau sînt adînc brăzdate pe suprafața superioară. Ele nu și-au păstrat nici un vestigiu din capacitatea de rotire. Un fapt curios este că multe dintre aceste filamente, cînd sînt foliacee, au pe suprafețele lor inferioare glande de culoare închisă ca cele de pe stipule, care secretă un lichid dulce; așa încît aceste rudimente au fost folosite, deși în mică măsură.

Merită să prezentăm un alt caz analog, deși ipotetic. Aproape toate speciile de Cathyrus au cîrcei; însă *L. nissolia* nu-i are. Această plantă are frunze care trebuie să surprindă pe oricine le-ar observa, deoarece ele sînt cu totul diferite de cele ale tuturor papilionaceelor comune și seamănă cu cele de graminee. La o altă specie, *L. aphaca*, cîrcelul, care nu este foarte dezvoltat (întrucît nu este ramificat și nu are capacitatea de rotire), înlocuiește frunzele, iar funcția frunzelor o preiau stipulele mari. Or, dacă presupunem că la *L. aphaca* cîrceii se turtesc și devin foliacei ca micii cîrcei rudimentari de la bob și în același timp marile stipule se micșorează în dimensiune, nemaifiind necesare, am obține exact imaginea speciei *L. nissolia*, iar existența frunzelor sale ciudate devine de înțeles.

Se poate adăuga, pentru a rezuma ipotezele de mai sus asupra originii plantelor cu cîrcei, că *L. nissolia* se trage probabil dintr-o plantă care era inițial volubilă devenind apoi cățărătoare cu ajutorul frunzelor, frunzele transformîndu-se ulterior treptat în cîrcei, cu stipulele considerabil mărite prin legea compensației[9]. După un timp, cîrceii și-au pierdut ramurile și au devenit simpli; ei și-au pierdut apoi capacitatea de rotire (stare în care ei ar semăna cu cîrceii de *L. aphaca*) iar apoi, pierzînd capacitatea lor prehensibilă și devenind foliacei, n-ar mai putea fi denumiți cîrcei. În acest din urmă stadiu (cel al speciei *L. nissolia*), cîrceii de mai înainte vor relua funcția lor inițială de frunze, iar stipulele care se dezvoltaseră recent în mare măsură, nemaifiind necesare, se vor micșora. Dacă speciile se modifică în decursul timpului, după cum admit aproape toți naturaliștii acum, putem conchide că *L. nissolia* a trecut printr-o serie de modificări similare celor arătate.

Punctul cel mai interesant în istoria naturală a plantelor cățărătoare îl constituie diferitele feluri de mișcări pe care le execută în raport evident cu nevoile lor. Cele mai diferite organe — tulpini, ramuri, pedunculi florali, peționuri, nervuri mediane ale frunzelor și foliolelor și, după cît se pare, rădăcini aeriene, — toate posedă această capacitate.

Prima acțiune a unui cîrcel este să se așeze într-o poziție adecvată. Cîrcelul de *Cobaea*, de exemplu, se ridică mai întîi vertical în sus, cu ramurile divergente și cu cîrligele terminale întoarse în afară; lăstarul tînăr de la extremitatea tulpinii este aplecat, în același timp, într-o parte, așa încît să nu stea în drumul cîrcelului. Frunzele tinere de *Clematis*, pe de altă parte, se prepară de acțiune și se apleacă temporar în jos pentru a servi drept gheare.

În al doilea rînd, dacă o plantă volubilă sau un cîrcel ajung din întîmplare într-o poziție aplecată, se curbează curînd în sus, chiar cînd sînt izolate de lumină. Stimulul conducător este fără îndoială atracția gravitațională, după cum a arătat Andrew Knight la plantele care germinează. Dacă lăstarul unei plante obișnuite este așezat într-o poziție înclinată, într-un pahar cu apă, la întuneric, în cîteva

[9] Moquin-Tandon (*Eléments de Tératologie*, 1841, p. 156) prezintă cazul unui bob monstruos, în care s-a realizat o compensație de această natură; deoarece frunzele au dispărut complet, iar stipulele au crescut pînă la o dimensiune enormă.

ore extremitatea sa se va curba în sus; și dacă atunci poziția lăstarului este inversată, lăstarul aplecat în jos își inversează curbarea; dacă însă stolonul unui căpșun, care nu are nici o tendință să crească în sus, este tratat în acest fel, el se va apleca în jos în direcția forței de gravitație, și nu în poziție cu ea. Același lucru se produce de obicei și cu lăstarii volubili de *Hibbertia dentata*, care se cațără lateral dintr-un tufiș într-altul; întrucît, dacă sînt puși într-o poziție aplecată în jos, acești lăstari au o tendință redusă, și uneori nici o tendință de a se curba în sus.

În al treilea rînd, plantele cățărătoare ca și alte plante se apleacă spre lumină printr-o mișcare foarte analogă curbării spre interior care le face să se rotească, așa încît mișcarea lor de rotire este adesea accelerată sau întîrziată, deplasîndu-se înspre sau dinspre lumină. Pe de altă parte, în cîteva cazuri, cîrceii se apleacă spre întuneric.

În al patrulea rînd avem mișcarea de rotire spontană, care este independentă de orice stimul exterior, însă care depinde de tinerețea părții și de vigoarea ei; iar acestea depind fără îndoială de o temperatură potrivită și de alte condiții favorabile de viață.

În al cincilea rînd, oricare ar fi natura lor omologă, cîrceii și pețiolurile sau vîrfurile frunzelor la plantele care se cațără cu ajutorul frunzelor și, după cît se pare, la unele rădăcini, au cu toții capacitatea de mișcare sub influența atingerii și se apleacă repede spre partea atinsă. Presiuni extrem de ușoare sînt adesea suficiente. Dacă presiunea nu este permanentă, partea respectivă se îndreaptă și este din nou gata să se aplece dacă este atinsă.

În al șaselea și ultim rînd, cîrceii se contractă în spirală după ce cuprind un suport însă nu după o simplă curbare temporară. Dacă nu au venit în contact cu vreun obiect oarecare, pînă în cele din urmă cîrceii se contractă în spirală după ce încetează să se rotească; însă în acest caz mișcarea este inutilă și are loc după trecerea unui timp considerabil.

Din cercetările lui Sachs și ale lui H. de Vries în privința mijloacelor prin care sînt efectuate aceste diferite mișcări, nu încape îndoială că acestea se datorează creșterii inegale; însă din motivele expuse mai sus, nu cred că această explicație se aplică mișcărilor rapide provocate de o atingere delicată.

În sfîrșit, plantele cățărătoare sînt destul de numeroase pentru a constitui o trăsătură remarcabilă a regnului vegetal, mai ales a pădurilor tropicale. În America, după cum observă dl. Bates, abundă în mare măsură animalele arboricale, abundă de asemenea, după Mohl și Palm, plantele cățărătoare și, dintre plantele cu cîrcei examinate de mine, speciile cele mai superioare dezvoltate — diferitele specii de *Bignonia*, *Eccremocarpus*, *Cobaea* și *Ampelopsis* — sînt originare din acest mare continent. Însă chiar în desișurile din regiunile noastre temperate numărul de specii și indivizi cățărători este considerabil, după cum se va constata urmărindu-i. Ei aparțin multor ordine foarte diferite. Pentru a avea o idee aproximativă de repartizare a lor în seria vegetală, am însemnat din listele date de Mohl și Palm (adăugînd și cîteva, iar un botanist competent ar fi putut adăuga mult mai multe) toate familiile din *Vegetable Kingdon* a lui Lindley care cuprind plante volubile, cățărătoare cu ajutorul frunzelor și înzestrate cu cîrcei. Lindley împarte fanerogamele în 59 de ordine; dintre acestea, nu mai puțin de 35 conțin plante cățărătoare din tipurile amintite mai sus, cu excepția celor care se cațără cu ajutorul cîrligelor și al rădăcinilor. La acestea trebuie adăugate cîteva criptogame. Dacă ținem seamă cît de îndepărtate sînt între ele în acest șir plantele arătate și dacă ținem seama că la unele dintre cele mai mari și mai bine

definite familii, cum sînt *Compositae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Liliaceae* etc., posedă capacitatea de cățărare numai speciile a două sau trei genuri, sîntem obligați să conchidem că această capacitate de rotire, de care depinde majoritatea plantelor cățărătoare, este inerentă la aproape toate plantele din regnul vegetal, chiar dacă este slab dezvoltată.

S-a afirmat adesea în mod vag că plantele se disting de animale prin faptul că nu au capacitatea de mișcare. Mai curînd ar trebui spus că plantele dobîndesc și manifestă capacitate numai cînd le este de vreun folos; aceasta se întîmplă însă rareori, întrucît ele sînt fixate de sol, iar hrana lor este adusă de aer și ploaie. Vedem cît de sus se poate ridica o plantă pe scara organică, atunci cînd examinăm una din cele mai perfecte plante înzestrate cu cîrcei. Ea își așază mai întîi cîrceii gata de acțiune, după cum un polip își așază tentaculele sale. Dacă un cîrcel este deplasat, forța gravitațională acționează asupra lui și el se îndreaptă. Dacă lumina acționează asupra cîrcelului, el se apleacă înspre sau dinspre ea sau nu ține seamă de lumină, după cum îi este mai avantajos. Timp de mai multe zile cîrceii sau internodiile sau ambele se rotesc spontan cu o mișcare constantă. Dacă cîrcelul se lovește de vreun obiect, el se încolăcește rapid în jurul lui și îl cuprinde puternic. În decurs de cîteva ore el se contractă într-o spirală, trăgînd tulpina în sus și formînd un arc excelent. Acum toate mișcările încetează. Prin creștere, țesuturile devin curînd uimitor de rezistente și de durabile. Cîrcelul și-a îndeplinit munca sa și a executat-o în mod admirabil.

INDEX

A

Adlumia cirrhosa, 44.
Alisma, mișcare spontană la, 97.
Anguria warscewicszii, 71.
America, numărul de plante cățărătoare din, 100.
Ampelopsis hederacea, 74.
Avantaje dobîndite prin cățărare, 94.
Avortarea cîrceilor, 98.

B

Bates, dl., despre numărul de animale arboricole în America, 100.
Bobul comun, avortarea cîrceilor, 98, 99.
Bignonia, diferite specii de, purtînd cîrcei, 50.
Brassica napus, mișcarea spontană a pedunculilor, 97.
Bryonia dioica, 69, 71.

C

Cardiospermum halicacabum, 77.
Cauciuc secretat de rădăcinile de *Ficus repens*, 92.
Cățărătoarele prin cîrlige, 91.
Cățărătoare prin rădăcini, 92.
Ceropegia gardnerii, 11 ;
— modul de încolăcire, 17 ;
— o specie din Africa de sud, care a pierdut capacitatea de încolăcire, 29.
Cissus discolor, 74.
Cîrcei, istoria cunoștințelor noastre despre, 50 ;
— contracția în spirală a, 80 ;
— rezumat asupra, 99 ;
— cauza mișcării cînd sînt atinși, 89, 90 ;
— avortarea lor, 98.
Clematis, diferite specii de, cățărătoare cu ajutorul frunzelor, 31, 32.
Cobaea scandens, 50.
Combretum, 29.
Corydalis claviculata, 64.
Contracția în spirală a cîrceilor, 80.
Cucurbitaceae, natura cîrceilor, 67.
Cucurbita pepo, cîrcei avortați, 89.
Cuscuta, tulpini de, iritabile, 16, 42.

D

Dicentra thalictrifolia, 66.
Dipladenia, prevăzută cu două cîrlige, 91.
Discuri adezive, dezvoltate de cîrcei, 53, 56, 70, 71, 75, 89.
Dutrochet, cu referire la lucrările asupra plantelor cățărătoare, 9.

E

Eccremocarpus scaber, 57.
Echinocystis lobata, 36.
Ederă, 50, 51.

F

Ferigi care se încolăcesc, 27.
Ficus repens, cățărător prin rădăcină, 92.
Flagellaria indica, 46.
Frunze, poziția lor pe plantele volubile, 12.
Fumaria officinalis, 44.

G

Galium aparine, cățărător prin cîrlig, 91.
Gradații de structură ducînd la dezvoltarea de cîrcei perfecți, 96.

Gloriosa plantii, 45.
Gray, Asa, cu referire la lucrarea asupra cîrceilor de *Cucurbitaceae*, 9;
— asupra cîrceilor de *Passiflora*, 79;
— asupra cîrceilor de *Sicyos*, 86;
— despre *Rosa setigera*, 91.
Gumă, secretată de rădăcinile de *Ficus repens*, 93.

H

Hamei, capacitatea de încolăcire, 10.
Hamburya mexicana, 70.
Harvey, despre pierderea capacității de încolăcire, 29.
Hedera helix, 92, 93.
Hibbertia dentata, 26;
— lăstarii de, se întorc în jos, 100.
Hofmeister, despre iritabilitatea peţiolurilor tinere, 97.
Hoya carnosa, 11, 30, 92.
Humulus lupulus, 10.

I

Ipomoea argyraeoides, 29.

J

Jaeger, prof. G., despre plantele cățărătoare, 91, 98.

K

Kerner, despre iritabilitatea pedunculilor florali, 97.

L

Lathyrus aphaea, 62;
— modul probabil al dezvoltării cîrceilor, 99;
— *grandiflorus*, 63;
— *nissolia*, frunze asemănătoare firelor de iarbă înlocuind cîrceii, 99.
Léon, dl., despre o varietate de *Phaseolus*, 29;
— despre contracția în spirală a cîrceilor, 84.
Linum, mișcarea spontană la, 98.
Loasa aurantiaca, 25.
Lophospermum scandens, 42.
Lumină, acțiunea ei asupra plantelor volubile, 28;
— evitarea ei de către cîrcei, 55, 58, 60, 72, 75, 87.
Lygodium, 19, 27.

M

Mazăre comună, 61.
M'Nab, dr., despre *Ampelopsis veitchii*, 75.
Marcgravia, o cățărătoare cu ajutorul rădăcinilor, 92, 93.
Masters, dr. M., despre torsiune, 13;
— despre vasele lemnoase ale peţiolurilor, 44.
Maurandia, o cățărătoare cu ajutorul frunzelor, 40.
Mikania scandens, 25.
Mohl, Hugo, referire la opera lui, 9.
Moquin-Tandon, despre avortarea frunzelor de bob, 99.
Müller Fritz, despre structura lemnului plantelor cățărătoare, 30;
— despre plante urcîndu-se peste alte plante, 91;
— despre transformarea ramurilor în cîrcei, 49;
— despre rădăcinile de *Philodendron*, 93;
— despre mișcările spontane ale anumitor plante, 98.
Mutisia clematis, 62.

N

Naudin, despre avortarea cîrceilor, 98.
Nepenthes, 46.
Nutație, rotitoare, 13.

O

Opheoglossum japonicum, 45.

P

Palm, cu referire la opera sa, 9.
Passiflora sicyoides, 79;
— *gracilis*, 78;
— *punctata*, 80;
— *quadrangularis*, 80.
Paullinia, 78.
Pedunculii de *Maurandia*, sensibili și se rotesc spontan, 40.
Phaseolus, torsiunea axelor, 12;
— varietatea neîncolăcitoare, 29.
Philodendron, rădăcinile de, 93.
Pisum sativum, 61.
Plantă tîrîtoare din Virginia, 74.
Plantele cu cîrcei se cațără mai cu siguranță decît cele volubile, 95.
Plante cățărătoare cu ajutorul frunzelor, 31;
— rezumat asupra, 46;
— se cațără mai sigur decît plantele volubile, 69.
Plante volubile, 10;
— lăstari de, devin uneori spontan în spirală, 16;
— tabel de vitezele de rotație la diferite specii, 19;
— cazuri anormale de, 28, 29.
Polygonum convolvulus, 29.

R

Rădăcini acționînd ca cîrceii, 93.
Răsucirea axelor la plantele volubile, 12.
Rezumat asupra cățărătoarelor cu ajutorul frunzelor, 46, 47.

Rezumat asupra mișcărilor cîrceilor, 85, 99.
Rezumat asupra plantelor volubile, 28.
Rhodochiton volubile, 41, 42.
Rosa setigera, lăstarii se apleacă în contra luminii, 91.
Rubus australis, 91.

S

Sachs, prof., despre torsiune, 12;
— despre cauza mișcării rotative, 18;
— despre cîrceii adaptați să apuce suporturi de diferite grosimi, 88;
— despre cauzele mișcării cîrceilor cînd sînt atinși, 90.
Sensibilitatea cîrceilor, natura ei, 97.
Serjania, 78.
Smilax aspera, 68, 91.
Spencer Herbert, relația dintre organele axiale și foliale, 98.
Spiller, dl., despre oxidarea gumei, 93.
Spruce, dl., despre *Marcgravia*, 92.
Solanum dulcamara, 25, 29;
— *jasminoides*, 42.
Suport, grosimea lui, în jurul căruia plantele se pot încolăci, 18, 26, 27;
— grosimea lui, care poate fi cuprinsă de cîrcei, 88.

T

Tacsonia manicata, 80.
Tamus elephantipes, 28.
Tecoma radicans, 30, 92.
Torsiunea axelor la plantele volubile, 11, 12.
Tropaeolum, diferite specii cățărătoare de, 38.

V

Vanilla aromatica, 93.
Vița de vie comună, 71.
Vîrful plantelor volubile, adesea în cîrlig, 14.
Vries Hugo, despre torsiune, 12:
— despre cauza mișcării de rotație, 18;
— despre contracția în spirală a cîrceilor, 81, 83;
— cauza mișcărilor cîrceilor, 16.
Vitis vinifera, 71.

Z

Zanonia indica, 71.

CAPACITATEA DE MIŞCARE LA PLANTE

DE

Charles Darwin

SUMAR

INTRODUCERE. 113

Capitolul I

MIȘCĂRILE DE CIRCUMNUTAȚIE LA PLANTULE

Brassica oleracea, circumnutația radiculei, a hipocotilului curbat cînd este încă îngropat în pămînt, cînd iese din pămînt și se îndreaptă și devine vertical — Circumnutația cotiledoanelor — Viteza mișcării — Observații analoge asupra diferitelor organe la speciile *Githago*, *Gossypium*, *Oxalis*, *Tropaeolum*, *Citrus*, *Aesculus*, la mai multe genuri de leguminoase și de cucurbitacee *Opuntia*, *Helianthus*, *Primula*, *Cyclamen*, *Stapelia*, *Cerinthe*, *Nolana*, *Solanum*, *Beta*, *Ricinus*, *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Cycas*, *Canna*, *Allium*, *Asparagus*, *Phalaris*, *Zea*, *Avena*, *Nephrodium* și *Selaginella*. 117

Capitolul al II-lea

CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA MIȘCĂRILOR ȘI CREȘTERII PLANTULELOR

Generalitatea mișcării de circumnutație — Radiculele și utilitatea circumnutației lor — Modul lor de pătrundere în pămînt — Modul ieșirii din pămînt prin încurbarea hipocotilelor și a altor organe — Modul neobișnuit de germinație la *Megarrhiza* etc. — Avortarea cotiledoanelor — circumnutația hipocotilelor și a epicotilelor cînd sînt încă îngropate și curbate — Capacitatea lor de redresare — Deschiderea bruscă a învelișurilor semințelor — Efectul ereditar al procesului de curbare la hipocotilele hipogee — Circumnutația hipocotilelor și a epicotilelor în cazul cînd ele sînt drepte — Circumnutația cotiledoanelor — Pulvinele sau articulațiile cotiledoanelor; durata activității lor — Pulvinele rudimentare la *Oxalis corniculata*; dezvoltarea lor — Sensibilitatea cotiledoanelor la lumină și tulburarea mișcărilor periodice ale acestora — Sensibilitatea cotiledoanelor la contact. 151

Capitolul al III-lea

SENSIBILITATEA VÎRFULUI RADICULEI LA CONTACT ȘI LA ALȚI EXCITANȚI

Modul în care radiculele se curbează atunci cînd întîlnesc un obstacol în pămînt — *Vicia faba*, vîrfurile radiculelor foarte sensibile la contact și la alți excitanți — Efectele unei temperaturi prea ridicate — Capacitatea de a distinge între obiecte fixate de părți opuse — Vîrfurile sensibile ale radiculei — *Pisum*, vîrful sensibil al radiculei — Efectele unei asemenea sensibilități în anihilarea geotropismului — Radiculele secundare — *Phaseolus*, vîrfurile radiculelor foarte puțin sensibile la contact, însă foarte sensibile la substanțe caustice

și la îndepărtarea unei porțiuni — *Tropaeolum* — *Gossypium* — *Cucurbita* — *Raphanus* — *Aesculus*, vîrful nu este sensibil la contact ușor, însă este foarte sensibil la substanțe caustice — *Quercus*, vîrful este foarte sensibil la contact — Capacitatea de deosebire — *Zea*, vîrful foarte sensibil, radicule secundare — Sensibilitatea radiculelor la aer umed — Rezumatul capitolului. 185

Capitolul al IV-lea

MIȘCĂRILE DE CIRCUMNUTAȚIE ALE DIFERITELOR PĂRȚI ALE PLANTELOR MATURE

Circumnutația tulpinilor, observații finale asupra ei — Circumnutația stolonilor; ajutor obținut astfel pentru strecurarea lor printre tulpinile plantelor înconjurătoare — Circumnutația tulpinilor florifere — Circumnutația frunzelor la *Dicotiledonatae* — Mișcările oscilatorii, neobișnuite ale frunzelor de *Dionaea* — Frunzele de *Cannabis* se apleacă noaptea — Frunzele de *Gymnospermae*, de *Monocotyledonatae*, de *Cryptogamae* — Observații finale asupra circumnutației frunzelor: în general ele se ridică seara și se apleacă dimineața 225

Capitolul al V-lea

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: PLANTE CĂȚĂRĂTOARE; MIȘCĂRI EPINASTICE ȘI HIPONASTICE

Modificarea circumnutației sub influența cauzelor înnăscute sub acțiunea condițiilor externe — Cauzele înnăscute — Plante cățărătoare; asemănarea mișcărilor lor cu cele ale plantelor obișnuite; intensificarea amplitudinii; diferențe ocazionale — Creșterea epinastică a frunzelor tinere — Creșterea hiponastică a hipocotilelor și epicotilelor plantulelor — Vîrfurile curbate ale plantelor cățărătoare și ale altor plante din cauza modificării circumnutației — *Ampelopsis tricuspidata* — *Smithia pfundii* — Redresarea vîrfului sub influența hiponastiei — Creșterea epinastică și circumnutația pedunculilor florali ai speciilor *Trifolium repens* și *Oxalis carnosa* . . . 263

Capitolul al VI-lea

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: SOMNUL SAU MIȘCĂRILE NICTITROPE, UTILITATEA LOR; SOMNUL COTILEDOANELOR

Schiță preliminară a somnului sau a mișcărilor nictitrope ale frunzelor — Prezența pulvinelor — Micșorarea radiației, cauză finală a mișcărilor nictitrope — Modalități de experimentare a frunzelor de *Oxalis*, *Arachis*, *Cassia*, *Melilotus*, *Lotus* și *Marsilea* și a cotiledoanelor de *Mimosa* — Observații finale asupra radierii frunzelor — Mici diferențe ale condițiilor determină diferențe mari ale rezultatelor — Descrierea poziției și a mișcărilor nictitrope ale cotiledoanelor la diferite plante — Lista speciilor — Observații finale — Independența mișcărilor nictitrope ale frunzelor și cotiledoanelor aceleiași specii — Motive de a admite că mișcările au fost dobîndite în scop special 273

Capitolul al VII-lea

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: MIȘCĂRILE NICTITROPE SAU DE SOMN ALE FRUNZELOR

Condițiile necesare acestor mișcări — Lista genurilor și a familiilor care cuprind plante care dorm — Descrierea mișcărilor la diferite genuri — *Oxalis*: foliole care se strîng noaptea — *Averrhoa*: mișcările rapide ale foliolelor — *Porliera*: foliolele se închid cînd plantele sînt ținute foarte uscate — *Tropaeolum*: frunzele nu dorm decît dacă sînt bine luminate în timpul zilei — *Lupinus*: diferite moduri de somn — *Melilotus*: mișcările curioase ale foliolei terminale — *Trifolium* — *Desmodium*: foliolele laterale rudimentare; mișcările lor nu se dezvoltă pe plante tinere, starea pulvinelor lor — *Cassia*: mișcările complexe ale foliolelor — *Bauhinia*: frunzele se

strîng noaptea — *Mimosa pudica*: mișcările compuse ale frunzelor, efectul întunericului — *Mimosa albida*: foliolele sale reduse — *Schrankia*: mișcarea descendentă a foliolelor — *Marsilea*: singura criptogamă care doarme — Observații finale și rezumat — Nictitropismul constă din circumnutația modificată, reglată de alternări de lumină și întuneric — Forma primelor frunze adevărate. 293

Capitolul al VIII-lea

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: MIȘCĂRILE STIMULATE DE LUMINĂ

Deosebirea dintre heliotropism și efectele luminii asupra periodicității mișcărilor frunzelor — Mișcările heliotrope la *Beta, Solanum, Zea* și *Avena* — Mișcările heliotrope spre o lumină slabă la *Apios, Brassica, Phalaris, Tropaeolum* și *Cassia*. Mișcările apheliotrope ale circeilor de *Bignonia* — Ale pedunculilor florali de *Cyclamen* — Îngroparea capsulelor — Heliotropismul și apheliotropismul, forme modificate ale circumnutației — Trepte prin care o anumită mișcare este transformată în cealaltă — Heliotropismul transversal sau diaheliotropismul influențat de epinastie, greutatea părții sau apogeotropism — Apogeotropismul anulat de diaheliotropism la amiază — Efecte greutății limbului cotiledoanelor — Așa-zisul somn diurn — Acțiunea nocivă a luminii intense asupra clorofilei — Mișcările pentru a evita lumina intensă. 351

Capitolul al IX-lea

SENSIBILITATEA PLANTELOR LA LUMINĂ: TRANSMITEREA EFECTELOR

Foloasele heliotropismului — Plantele insectivore și cățărătoare nu sînt heliotrope — Același organ este heliotrop la o anumită vîrstă, însă nu este la altă vîrstă — Sensibilitatea extraordinară a unor plante la lumină — Efectele luminii nu corespund intensității ei — Efectele luminatului anterior — Timpul necesar acțiunii luminii — Efectele ulterioare ale luminii — Apogeotropismul acționează de îndată ce lumina scade — Exactitatea cu care plantele se apleacă spre lumină — Aceasta depinde de luminarea unei părți întregi a plantei — Sensibilitatea localizată și transmiterea efectelor ei — Modul de aplecare al cotiledoanelor la *Phalaris* — Rezultatele neiluminării vîrfurilor lor — Efectele transmise sub suprafața solului — Iluminarea laterală a vîrfului determină direcția încovoierii bazei — Cotiledoanele de *Avena*, încovoierea părții lor bazale datorită iluminatului părții superioare — Rezultatele similare în cazul hipocotilelor de *Brassica* și *Beta* — Apheliotropismul radiculelor de *Sinapis* se datorește sensibilității vîrfurilor lor — Observații finale și rezumatul capitolului — Mijloacele prin care circumnutația a fost schimbată în heliotropism și apheliotropism. 369

Capitolul al X-lea

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: MIȘCĂRILE STIMULATE DE FORȚA GRAVITAȚIEI

Mijloace de observație — Apogeotropism — *Cytisus* — *Verbena* — *Beta* — Transformarea treptată a mișcării de circumnutație în apogeotropism la *Rubus, Lilium, Phalaris, Avena* și *Brassica* — Apogeotropismul întîrziat de către heliotropism — Mișcare efectuată cu ajutorul articulațiilor sau pulvinelor — Mișcările pedunculilor florali la *Oxalis* — Observații generale asupra apogeotropismului — *Geotropismul* — Mișcările radiculelor — Îngroparea capsulelor — Utilitatea procesului — *Trifolium subterraneum* — *Arachis* — *Amphicarpaea* — Diageotropism — Concluzii. 391

Capitolul al XI-lea

LOCALIZAREA SENSIBILITĂȚII LA GRAVITAȚIE ȘI TRANSMITEREA EI

Considerații generale — *Vicia faba*, efectele amputării vîrfurilor radiculelor — Regenerarea vîrfurilor — Efectele unei expuneri scurte a vîrfurilor la acțiunea geotropismului și amputarea lor ulterioară — Efectele amputării oblice a vîrfurilor — Efectele cauterizării vîrfurilor — Efectele ungerii cu grăsime a vîrfurilor — *Pisum*

sativum, vîrfurile radiculelor cauterizate transversal şi pe părţile lor superioare şi inferioare — *Phaseolus*, cauterizarea şi ungerea cu grăsime a vîrfurilor — *Gossypium* — *Cucurbita*, vîrfurile cauterizate transversal şi pe laturile lor superioare şi inferioare — *Zea* vîrfurile cauterizate — Observaţii finale şi rezumatul capitolului — Avantajele localizării sensibilităţii geotrope la vîrfurile radiculelor. 109

Capitolul al XII-lea

REZUMAT ŞI OBSERVAŢII FINALE

Natura mişcării circumnutante — Istoricul unei seminţe care încolţeşte — Radicula iese mai întîi în afară şi circumnutează — Vîrful ei este foarte sensibil — Apariţia hipocotilului şi a epicotilului din pămînt în formă de arc — Circumnutaţia sa şi cea a cotiledoanelor — Plantula emite o tulpină purtătoare de frunze — Circumnutaţia tuturor părţilor sau organelor — Circumnutaţia modificată — Epinastie şi hiponastie — Mişcările plantelor cătărătoare — Mişcările nictitrope — Mişcările stimulate de lumină şi gravitaţie — Localizarea sensibilităţii — Asemănarea dintre mişcările plantelor şi cele ale animalelor — Vîrful radiculei acţionează ca un creier. 421

INTRODUCERE

Obiectivul principal al lucrării de față este de a descrie și de a lega împreună mai multe categorii de mișcare, comune aproape tuturor plantelor. Mișcarea cea mai larg răspîndită este de fapt de aceeași natură ca cea a tulpinii unei plante cățărătoare care se apleacă succesiv spre toate punctele cardinale, așa încît vîrful se rotește. Sachs a denumit această mișcare „nutație rotativă" ; noi am constatat însă că este mult mai nimerit de a folosi termenii de „circumnutație" și „a circumnuta". Avînd în vedere că vom avea multe de spus despre această mișcare, este util de a-i descrie pe scurt natura ei. Dacă observăm o tulpină care circumnutează, din întîmplare aplecată atunci, să zicem, spre nord, se va constata că ea se apleacă treptat din ce în ce mai mult spre est, pînă ce se întoarce spre est cu fața [care mai înainte era spre nord], și apoi se va întoarce mai departe spre sud, apoi spre vest și iarăși înapoi spre nord. Dacă mișcarea ar fi fost cu totul regulată, vîrful ar fi descris un cerc sau mai curînd o spirală, deoarece tulpina crește mereu în sus. În general însă, ea descrie figuri neregulate, eliptice sau ovale, deoarece vîrful, după ce este îndreptat spre oricare dintre aceste direcții, revine de obicei înapoi la partea opusă, neînapoindu-se totuși de-a lungul aceleiași linii. Ulterior sînt descrise în mod consecutiv alte elipse sau ovale neregulate, cu axele mai lungi îndreptate spre diferite puncte cardinale. Descriind asemenea figuri, vîrful parcurge adesea o linie în zigzag sau face mici cercuri sau triunghiuri subordonate. În cazul frunzelor, elipsele sînt în general înguste.

Pînă recent s-a crezut că toate aceste mișcări de aplecare sînt datorate intensificării creșterii laturii care devine pentru un timp convexă ; s-a stabilit însă în mod precis că această latură realmente crește temporar mai repede decît cea concavă ; însă Hugo de Vries a arătat recent că asemenea intensificări ale creșterii urmează unei stări anterior sporite de dilatare de partea convexă [1]. În cazul unor părți prevăzute cu o așa-numită articulație, pernă sau pulvină, care constă dintr-un agregat de celule mici care au încetat de la o vîrstă foarte timpurie de a crește în dimensiuni, întîlnim mișcări similare ; și aici, după cum a arătat Pfeffer [2] și după cum vom vedea în decursul acestei lucrări, dilatarea sporită a celulelor din părțile opuse nu este urmată de o intensificare a creșterii. Wiesner neagă, în anumite cazuri, exactitatea concluziei lui Hugo de Vries în legătură cu dilatarea și susține [3] că extensibilitatea crescută a pereților celulelor este elementul cel mai important. Este evident că, pentru ca partea să se aplece, asemenea extensibilitate trebuie să fie însoțită de o dilatare sporită, și mai mulți botaniști au insistat asupra acestui fapt ; însă, în cazul plantelor unicelulare, este aproape inevitabil ca acest fapt să fie elementul cel mai important. În general, putem conchide acum că intensificarea creșterii, mai întîi de o parte, iar apoi de cealaltă, este un efect secundar și că intensa dilatare a celulelor împreună cu extensibilitatea pereților este cauza primordială a mișcării de circumnutație [4].

[1] Sachs a arătat pentru prima dată (*Lehrbuch...*, ed. a 4-a, p. 452) legătura intimă dintre dilatare și creștere. Pentru lucrarea interesantă a lui Vries, *Wachsthumska-Krümmungen mehrzelliger Organe*, vezi „Bot. Zeitung", 19 decembrie 1879, p. 830.

[2] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875.

[3] *Untersuchungen über den Heliotropismus*, Sitzb. der K. Akad. der Wissenschaft, Viena, ianuarie 1880.

[4] Vezi excelenta discuție a d-lui Vines („Arb., des bot. Inst. Würzburg", 1878, vol. II, p 142 și 143) asupra acestui subiect complicat. În legătură cu acest subiect sînt valoroase observațiile lui Hofmeister (*Jahreschrifte des Vereins für Vaterl. Naturkunde in Würtemberg*, 1874, p. 211) asupra mișcărilor curioase ale genului *Spirogyra*, o plantă constînd dintr-un singur rînd de celule.

În decursul acestui volum se va arăta că fiecare parte care crește a fiecărei plante, după cît se pare, circumnutează neîncetat, cu toate că adesea în mică măsură. În măsura în care permite presiunea pămîntului înconjurător, chiar tulpinile plantelor, ca și radiculele lor îngropate circumnutează [primele] chiar înainte de a fi străpuns pămîntul (de deasupra seminței). În această mișcare unanim prezentă avem fundamentul dobîndirii mișcărilor celor mai variate, în conformitate cu nevoile plantei. Astfel, marile rotiri executate de tulpinile plantelor care se încolăcesc și de cîrceii altor plante cățărătoare rezultă din simpla sporire a amplitudinii mișcării obișnuite de circumnutație. Poziția pe care frunzele tinere și alte organe o adoptă pînă în cele din urmă este dobîndită prin faptul că mișcarea de circumnutație se intensifică într-o anumită direcție. Se spune că frunzele diferitelor plante dorm noaptea și se va vedea că, prin circumnutație modificată, limburile lor adoptă atunci o poziție verticală pentru a-și proteja suprafețele lor superioare de răcire prin radiație. Mișcările diferitelor organe sub influența luminii, atît de generale în tot regnul vegetal, și uneori îndepărtarea de lumină, reprezentînd așezarea lor transversală față de lumină, sînt toate forme modificate de circumnutație; de asemenea, tot atît de larg răspîndite sînt mișcările tulpinilor etc. către zenit și ale rădăcinilor către centrul pămîntului. În conformitate cu aceste concluzii, o dificultate considerabilă în drumul evoluției este parțial înlăturată, deoarece s-ar fi putut pune întrebarea cum de au putut apărea pentru prima oară toate aceste diverse mișcări pentru cele mai diferite scopuri? Știm că prin acțiune se realizează întotdeauna mișcare, iar amplitudinea sau direcția mișcării sau ambele nu trebuie decît modificate pentru binele plantei în raport cu stimulenții interni sau externi.

Pe lîngă descrierea diferitelor forme modificate de circumnutație, vor fi discutate alte cîteva subiecte. Două dintre ele ne-au interesat cel mai mult: în primul rînd, faptul că la unele plantule partea cea mai de sus este singura sensibilă la lumină și transmite o influență părții inferioare, făcînd-o să se aplece. De aceea, dacă partea superioară ar fi complet protejată împotriva luminii, partea inferioară ar putea fi expusă ore întregi la lumină și totuși nu s-ar îndoi cîtuși de puțin, cu toate că acest lucru s-ar putea repede întîmpla dacă partea superioară ar fi excitată de lumină; în al doilea rînd, la radiculele plantulelor, vîrful este sensibil la diverși stimulenți, în special la o presiune foarte ușoară și, atunci cînd este astfel stimulat, el transmite o influență părții superioare, făcînd-o să se aplece de partea opusă părții apăsate. Pe de altă parte, dacă vîrful radiculei este supus la vapori de apă, venind dintr-una din părți, partea ei superioară se apleacă spre partea de unde vin vaporii de apă. De asemenea, după cum afirmă Cieselski, cu toate că alții neagă acest lucru, vîrful radiculei este cel sensibil la atracția gravității și prin transmiterea acestei sensibilități face ca părțile învecinate ale radiculei să se aplece spre centrul pămîntului. Diferitele cazuri de efecte [datorate] contracției sau altor [factori] iritanți, ca vaporii de apă, lumina și atracția gravității, sînt transmise de la partea excitată, pe o oarecare distanță, de-a lungul organului respectiv; aceste efecte au o influență importantă asupra teoriei tuturor acestor mișcări.

Terminologie. Trebuie prezentată aici o scurtă explicație a cîtorva termeni care vor fi folosiți. La plantule, tulpina care susține *cotiledoanele* (adică organele care reprezintă primele frunze) a fost denumită de mulți botaniști tulpină hipocotiledonee, însă pentru a fi concișî o vom denumi numai *hipocotil*; tulpina direct deasupra cotiledoanelor va fi numită *epicotil* sau *plumulă*. *Radicula* se poate distinge de hipocotil numai prin prezența perilor de rădăcină și prin natura învelișului ei. Semnificația cuvîntului *circumnutație* a fost explicată mai sus. Unii autori vorbesc de heliotropism pozitiv și negativ [5], adică aplecarea unui organ către sau dinspre lumină; este însă mult mai potrivit a limita cuvîntul *heliotropism* la curbarea către lumină și a caracteriza drept *apheliotropism* curbarea spre partea opusă luminii. Există un alt motiv pentru această schimbare, deoarece, după cum am observat, unii autori omit uneori adjectivele *pozitiv* și *negativ*, provocînd astfel confuzie în discuțiile lor. *Diaheliotropismul* poate indica o poziție mai mult sau mai puțin oblică față de lumină și produsă de aceasta. Tot așa, geotropismul pozitiv redă aplecarea către centrul pămîntului și va fi denumit de noi *geotropism*; *apogeotropism* va însemna aplecarea opusă gravității sau celei către centrul pămîntului, iar *diageotropism* o poziție mai mult sau mai puțin oblică față de raza pămîntului. Cuvintele heliotropism și geotropism înseamnă de fapt acțiunea de a se mișca în raport cu lumina sau cu pămîntul; însă întocmai ca și gravitatea, cu toate că aceasta este caracterizată ca fiind „actul tinzînd către centru", este deseori folosită pentru a exprima cauza căderii unui corp, așa că se va constata că este potrivit a folosi uneori cuvintele heliotropism, geotropism etc., ca fiind cauza mișcărilor respective.

[5] Termenii, foarte utili, de heliotropism și de geotropism au fost folosiți pentru prima dată de dr. A. B. Frank; vezi lucrarea sa remarcabilă *Beiträge zur Pflanzenphysiologie*, 1968.

Termenul *epinastie* este adesea folosit acum în Germania; el presupune că suprafața superioară a unui organ crește mai repede decît suprafața inferioară și o face astfel să se aplece în jos. Termenul *hiponastie*, din contra, implică o creștere sporită de-a lungul suprafeței inferioare, determinînd ca partea respectivă a plantei să se curbeze în sus [6].

Metode de observație. Mișcările, uneori foarte mici, alteori de dimensiuni considerabile, ale diferitelor organe observate de noi au fost trasate într-un mod care, după multe încercări, s-a dovedit a fi cel mai bun și care trebuie descris. Plante crescînd în ghivece au fost protejate în întregime contra luminii sau s-a admis luminarea lor de sus dintr-una din părți, după cum era nevoie; [în acest caz], partea de sus a fost acoperită cu o placă mare, orizontală de sticlă și cu o altă placă verticală pe una din părți. Un filament de sticlă, nu mai gros decît un păr de cal și lung de 0,6 pînă la 1,2 cm, a fost fixat cu șelac * dizolvat în alcool de partea care trebuia observată. Soluția a fost lăsată să se evapore pînă ce în două sau trei secunde a devenit atît de groasă încît s-a întărit și nu a vătămat niciodată țesuturile, nici chiar pe cele ale vîrfurilor radiculelor delicate pe care a fost aplicată. La capătul filamentului de sticlă s-a cimentat o bobiță excesiv de mică din ceară neagră de sigilat, dedesubtul sau îndărătul căreia a fost fixată de un bețișor înfipt în pămînt o bucată de carton cu un punct negru. Greutatea filamentului era atît de neînsemnată, încît nici măcar frunzulițele nu erau apăsate în jos în mod perceptibil. Se va descrie îndată o altă metodă de observație pentru cazul în care nu era nevoie de o amplificare mai mare a mișcării.

Bobița și punctul de pe cartonaș erau văzute prin placa de sticlă orizontală sau verticală (după poziția obiectului) și, atunci cînd unul din ele acoperea exact pe celălalt, se punea un punct pe placa de sticlă cu un bețișor foarte ascuțit, muiat în tuș gros. Alte puncte au fost făcute la scurte intervale de timp, care ulterior au fost unite prin linii drepte. Figurile astfel trasate erau de aceea unghiulare; dacă însă punctele ar fi fost făcute la fiecare 1 sau 2 minute, liniile ar fi fost mai curbe, cum s-a întîmplat atunci cînd radiculele au fost lăsate să-și traseze mersul lor propriu pe plăci de sticlă afumate. Singura dificultate era de a înregistra exact punctele, ceea ce necesita o oarecare practică. De altfel, atunci cînd mișcarea era mult amplificată, de exemplu de 30 de ori sau mai mult, acest lucru nu putea fi făcut în mod absolut exact; totuși, chiar în acest caz se putea avea încredere în mersul general al liniei. Pentru a verifica exactitatea metodei de observație de mai sus, s-a fixat un filament de un obiect care a fost făcut să alunece de-a lungul unei margini drepte și au fost repetate puncte pe o placă de sticlă; atunci cînd acestea au fost unite, rezultatul ar fi trebuit să fie o linie absolut dreaptă și linia a fost de fapt foarte aproape de una dreaptă. Se poate adăuga că punctul de pe cartonaș a fost plasat cu 1,25 cm dedesubtul sau îndărătul bobiței de ceară de sigilat, bobița alunecînd astfel pe placa de sticlă (presupunînd că era curbată corespunzător), situată la o distanță de 17,5 cm în față (o distanță obișnuită); atunci linia trasată pe placă reprezenta mișcarea bobiței amplificată de 15 ori.

Ori de cîte ori nu era nevoie de o amplificare mare a mișcării, a fost urmată o altă metodă de observație, în unele privințe mai bună. Aceasta constă din fixarea a două triunghiuri foarte mici de hîrtie subțire, înalte de aproximativ 1,25 mm, de cele două capete ale firului de sticlă fixat și, atunci cînd vîrfurile lor ajungeau să se acopere reciproc, se însemnau puncte pe placa de sticlă, ca și mai înainte. Dacă presupunem că placa de sticlă era situată la o distanță de 17,5 cm de capătul lăstarului purtînd firul de sticlă, punctele unite prezentau aproape aceeași figură ca și cînd un filament, lung de 17,5 cm, muiat în cerneală, ar fi fost fixat de lăstarul în mișcare și și-ar fi înscris propriul său drum pe placă. Mișcarea era astfel considerabil amplificată; de exemplu, dacă un lăstar, lung de 2,5 cm, s-ar îndoi, iar placa de sticlă ar fi situată la o distanță de 17,5 cm, mișcarea ar fi amplificată de opt ori. Ar fi fost totuși foarte greu de determinat în fiecare caz cît anume din lungimea lăstarului se curba, și acest lucru este indispensabil pentru a determina în ce măsură mișcarea este amplificată.

După ce s-au însemnat punctele pe plăcile de sticlă printr-una din metodele de mai sus, ele au fost copiate pe hîrtie de calc, iar punctele au fost unite prin linii trasate cu rigla, arătîndu-se cu săgeți direcția mișcării. Mișcările nocturne sînt reprezentate în figuri prin linii drepte punctate. După cum se vede în diagrame, primul punct este făcut întotdeauna mai mare decît celelalte, pentru a atrage atenția. Figurile de pe plăcile de sticlă au fost deseori desenate la o scară prea mare pentru a fi reproduse în paginile acestui volum, iar proporția în care ele au fost reduse este întotdeauna indicată [7]. Ori de cîte ori s-a putut arăta aproximativ în ce măsură mișcarea a fost amplificată, s-a indicat acest lucru [în legenda] figurii. Poate că am introdus un număr inutil de grafice; ele însă ocupă mai puțin loc decît o descriere completă a mișcărilor. Aproape toate schițele plantelor care dorm [ca și alte momente] au fost desenate cu grijă pentru noi de George Darwin.

Deoarece în mișcarea de circumnutație lăstarele, frunzele etc. se îndoaie din ce în ce mai mult, mai întîi într-o direcție și apoi într-alta, ele au fost implicit privite în diferite momente [dintr-un unghi] mai mult sau mai puțin oblic; și deoarece punctele au fost făcute pe o suprafață plană, mișcarea aparentă era exagerată după gradul de oblicitate a punctului de observație. Ar fi fost de aceea mult mai bine să fi folosit lentile emisferice, însă ar fi trebuit să fi avut lentile de toate dimensiunile, și partea lăstarului care se îndoaie să fi fost prinsă sau să fi fost plasată în așa fel, încît să formeze una din razele sferei. Însă chiar în acest caz ar fi fost necesar ca ulterior figurile să fie proiectate pe

[6] Acești termeni sînt folosiți în sensul dat de Hugo de Vries, „Würzburg Arbeiten", 1872, fasc. 11, p. 252.

* În limba franceză, „gomme laquée" (*N. trad.*).

[7] Sîntem foarte îndatorați d-lui Cooper pentru grija cu care a redus și gravat graficele noastre.

hîrtie, așa încît o exactitate desăvîrșită nu ar fi putut fi realizată. Din cauza deformării figurilor noastre, datorită motivelor de mai sus, ele nu ar fi de nici un folos celui care dorește să cunoască exact mișcarea sau drumul parcurs; figurile noastre servesc însă admirabil pentru a stabili dacă partea examinată s-a mișcat sau nu, precum și caracterul general al mișcării.

În capitolele următoare sînt descrise mișcările unui număr considerabil de plante, iar speciile au fost aranjate după sistemul lui Hooker, adoptat în lucrarea lui Le Maout și Decaisne, intitulată *Descriptive Botany*. Cine nu studiază subiectul de față nu are nevoie să citească toate detaliile pe care am crezut totuși de cuviință să le prezentăm. Pentru a scuti pe cititor de oboseală, concluziile și majoritatea părților mai importante au fost tipărite cu caractere tipografice mai mari decît celelalte părți. Dacă cititorul crede de cuviință, el poate parcurge mai întîi ultimul capitol, deoarece acesta conține un rezumat al întregului volum; în acest fel, el va vedea ce puncte îl interesează și care sînt punctele asupra cărora are nevoie de informații complete.

În sfîrșit, trebuie să exprimăm cu plăcere sincerele noastre mulțumiri lui Sir Joseph Hooker și d-lui W. Thieselton Dyer pentru marea amabilitate nu numai de a ne fi trimis plante de la Kew, ci de a ne fi procurat și altele din diferite surse, atunci cînd am avut nevoie de ele pentru observații, de a ne fi indicat numeroase specii, precum și de a ne fi dat diferite informații.

CAPITOLUL I

MIȘCĂRILE DE CIRCUMNUTAȚIE LA PLANTULE

Brassica oleracea, circumnutația radiculei, a hipocotilului curbat cînd este încă îngropat în pămînt, cînd iese din pămînt și se îndreaptă și devine vertical — Circumnutația cotiledoanelor — Viteza mișcării — Observații analoge asupra diferitelor organe la speciile *Githago*, *Gossypium*, *Oxalis*, *Tropaeolum*, *Citrus*, *Aesculus*, la mai multe genuri de leguminoase și de cucurbitacee, *Opuntia*, *Helianthus*, *Primula*, *Cyclamen*, *Stapelia*, *Cerinthe*, *Nolana*, *Solanum*, *Beta*, *Ricinus*, *Quercus*, *Corylus*, *Pinus*, *Cycas*, *Canna*, *Allium*, *Asparagus*, *Phalaris*, *Zea*, *Avena*, *Nephrodium* și *Selaginella*.

Prezentul capitol este consacrat mișcărilor de circumnutație ale radiculelor, hipocotilelor și cotiledoanelor plantulelor, precum și mișcărilor epicotilului în cazul în care cotiledoanele nu ies din pămînt. Într-un capitol vom reveni însă asupra mișcărilor anumitor cotiledoane care dorm noaptea.

Brassica oleracea (*Cruciferae*). — În legătură cu mișcările din acest caz se vor prezenta detalii mai complete decît în oricare altul, deoarece pînă în cele din urmă în acest fel se vor economisi spațiu și timp.

Radicula. — O sămînță cu radicula proeminînd 1,25 mm a fost fixată cu șelac de o mică placă de zinc în așa fel încît radicula stătea vertical în sus; a fost apoi fixat un fir subțire de sticlă lîngă baza ei, adică foarte aproape de învelișul semințelor. Sămînța a fost înconjurată de bucățele mici de burete umed și mișcarea bobiței de la capătul filamentului a fost înregistrată timp de 60 de ore * (fig. 1). În acest timp, radicula s-a alungit de la 1,25 la 2,75 mm. Dacă la început filamentul ar fi fost atașat aproape de vîrful radiculei și dacă ar fi putut rămîne acolo tot timpul, mișcarea prezentată ar fi fost mult mai mare, deoarece la sfîrșitul observațiilor noastre vîrful, în loc să stea vertical în sus, s-ar fi aplecat în jos prin geotropism, așa încît aproape ar fi atins placa de zinc. În măsura în care am putut stabili cu aproximație prin măsurători cu compasul la alte semințe, geotropismul nu acționează decît asupra vîrfului pe o lungime de numai 0,5 pînă la 0,75 mm. După cum arată desenul, partea bazală a radiculei continuă tot timpul să circumnuteze în mod neregulat. Măsura mișcării extreme adevărate a bobiței de la vîrful filamentului a fost de aproape 1,25 mm; a fost însă imposibil de apreciat și în ce măsură a fost mărită de către filament mișcarea radiculei, care era lungă de aproape 18,75 mm.

* Orele vor fi redate în toată lucrarea după notația actuală, de la 0 la 24, și nu după cea veche, cu a.m. și p.m. (*N. trad.*).

O altă sămînță a fost tratată și observată în același fel, însă în acest caz radicula a ieșit în afară cu 2,5 mm și nu a fost fixată în așa fel încît să proemine absolut vertical în sus. Filamentul a fost atașat foarte aproape de baza ei. Desenul (fig. 2, redusă la jumătate) arată mișcarea de la 31 ianuarie, ora 9, pînă la 2 februarie, ora 7, însă ea a continuat să se miște toată ziua de 2 februarie, în aceeași direcție generală și într-un mod similar în zigzag. Datorită faptului că radicula nu era complet perpendiculară atunci cînd filamentul i-a fost fixat, geotropismul a intrat imediat în joc ; însă mersul neregulat în zigzag arată că există o creștere (probabil precedată de o turgescență [sporită]), uneori de o parte, alteori de alta. Uneori.

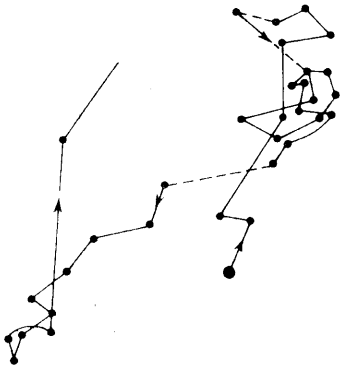


Fig. 1. — *Brassica oleracea.* Circumnutația radiculei trasată pe o placă de sticlă orizontală de la 31 ianuarie, ora 9 dimineața, pînă la 2 februarie, ora 21 ; mișcarea bobiței de la vîrful filamentului este mărită de aproximativ 40 de ori.

bobița rămînea staționară timp de aproximativ o oră și apoi probabil că creșterea avea loc de partea opusă celei care a cauzat curbura geotropică. În cazul descris anterior, datorită faptului că partea bazală a radiculei foarte scurte s-a întors vertical în sus, a fost influențată la început foarte puțin de geotropism. În alte două cazuri, filamentul a fost atașat unor radicule puțin mai lungi, proeminînd oblic din semințe care fuseseră întoarse cu partea de sus în jos ; și în aceste cazuri liniile trasate pe plăcile orizontale de sticlă erau numai ușor în zigzag, iar mișcarea se efectua întotdeauna sub acțiunea geotropismului, în aceeași direcție generală. [Deși] toate aceste observații conțin și multe erori, după cum se va arăta ulterior, în privința mișcărilor radiculelor altor plante sîntem însă de părere că ele pot fi în mare măsură demne de încredere.

Hipocotilul. — Hipocotilul străbate prin învelișul semințelor ca o proeminență dreptunghiulară care crește rapid într-un arc în forma literei U răsturnate, cotiledoanele fiind încă închise în interiorul seminței. În orice poziție ar fi pusă sămînța în pămînt sau altfel fixată, ambele brațe ale arcului se încovoaie în sus prin apogeotropism și astfel se ridică vertical deasupra solului. De îndată ce aceasta are loc, sau chiar mai devreme, suprafața interioară sau concavă a arcului crește mai repede decît suprafața superioară sau convexă, ceea ce tinde să separe cele două brațe și să ajute să tragă cotiledoanele afară din învelișul îngropat în pămînt al semințelor. Pînă în cele din urmă, prin creșterea întregului arc, cotiledoanele sînt

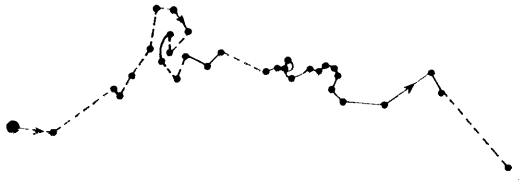


Fig. 2. — *Brassica oleracea.* Mișcarea circumnutantă și geotropică a radiculei, trasată timp de 46 de ore pe o placă de sticlă orizontală.

trase din pămînt chiar de la o mare adîncime ; și acum hipocotilul se îndreaptă rapid prin intensificarea creșterii părții concave.

Hipocotilul, curbat sau îndoit pe cînd este încă în pămînt, circumnutează atît cît îi permite presiunea solului înconjurător ; aceasta era însă greu de observat, deoarece, de îndată ce arcul hipocotilului este eliberat de presiunea laterală, cele două brațe ale sale încep să se separe chiar la o vîrstă timpurie, înainte ca arcul hipocotilului să fi atins în mod natural suprafața pămîntului. Semințele au fost puse să încolțească pe suprafața pămîntului umed pînă ce ele s-au fixat prin radiculele lor, în timp ce, deocamdată, hipocotilul — numai ușor curbat — devenise aproape vertical ; în două cazuri a fost fixat un fir subțire de sticlă la baza

brațului inferior (adică cel în legătură cu radicula) și mișcările lui au fost înregistrate în întuneric pe placa de sticlă orizontală. Rezultatul a fost că s-au format linii lungi mergînd aproape în planul arcului vertical datorită separației timpurii a celor două brațe liberate acum de presiune; deoarece însă liniile erau în zigzag, arătînd o mișcare laterală, arcul hipocotilului trebuie să fi circumnutat pe cînd el se îndrepta, prin creștere, de-a lungul suprafeței interioare sau concave.

O metodă de observație oarecum diferită a fost urmată apoi de îndată ce pămîntul cu semințe dintr-un ghiveci a început să crape; suprafața a fost parțial îndepărtată pînă la o

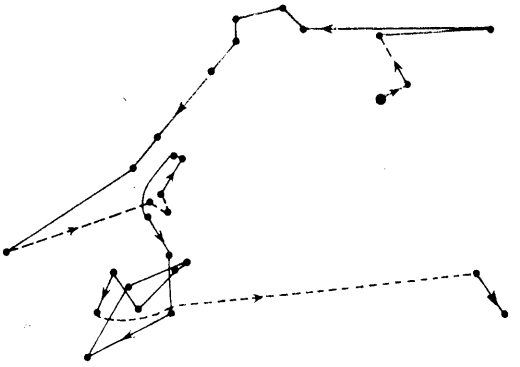


Fig. 3. — *Brassica oleracea*. Mișcările de circumnutație a hipocotilului îngropat și curbat (slab luminat de sus), înregistrate pe o placă de sticlă orizontală timp de 45 de ore; mișcarea bobiței firului de sticlă, mărită de circa 25 de ori, este redusă aici la jumătate din mărimea inițială.

adîncime de 0,5 cm și un fir de sticlă a fost fixat de [partea bazală a] brațului unui hipocotil îngropat și curbat exact deasupra vîrfului radiculei. Cotiledoanele erau încă aproape complet închise în interiorul învelișului foarte crăpat al semințelor **; și acestea au fost din nou acoperite cu pămînt umed și lipicios, presat destul de tare. Mișcarea firului de sticlă a fost înregistrată (fig. 3) din 5 februarie, de la ora 11, pînă în 7 februarie, ora 8. Pînă la această din urmă perioadă cotiledoanele fuseseră trase de sub pămîntul presat, însă partea superioară a hipocotilului încă mai forma aproape un unghi drept cu partea sa inferioară. Desenul arată că hipocotilul curbat tinde la această vîrstă timpurie să circumnuteze neregulat. În prima zi, mișcarea mai mare (de la dreapta la stînga în figură) nu era pe planul vertical și curbat al hipocotilului, ci în unghi drept față de el sau în planul celor două cotiledoane, care încă erau în contact strîns. Brațul bazal al arcului hipocotilului, firul de sticlă fiind fixat de el, era aplecat considerabil înapoi sau dinspre cotiledoane în afară; dacă firul de sticlă ar fi fost fixat mai înainte ca această aplecare să fi avut loc, mișcarea principală ar fi fost în unghi drept față de cea arătată în figură. Un fir de sticlă a fost atașat de un alt hipocotil de aceeași vîrstă, îngropat; el s-a mișcat în general în același fel; linia trasată de el nu a fost însă atît de complexă. Acest hipocotil s-a îndreptat aproape complet, iar cotiledoanele au fost trase de sub pămînt în seara celei de-a doua zi.

Înainte de a face observațiile de mai sus, cîteva hipocotile curbate, îngropate la o adîncime de 0,625 cm, au fost dezvelite; și pentru a înlătura posibilitatea ca cele două brațe ale arcului hipocotilului să înceapă să se separe imediat, ele au fost legate laolaltă cu un fir subțire de mătase. Am făcut aceasta pentru că doream să stabilesc cît timp hipocotilul, în starea curbată, va continua să se miște, precum și dacă mișcarea, atunci cînd nu este mascată și tulburată de procesul de îndreptări, indică o circumnutație. S-a fixat mai întîi un fir de sticlă de brațul bazal al unui hipocotil curbat aproape deasupra vîrfului radiculei. Cotiledoanele mai erau încă parțial închise în învelișul semințelor [în testa]. Mișcarea a fost înregistrată (fig. 4) din ziua de 23 decembrie, de la ora 9,20, pînă în 25 decembrie, ora 6,45. Fără îndoială că mișcarea naturală a fost mult tulburată de faptul că cele două brațe fuseseră legate împreună; vedem însă că mișcarea se face în mod evident în zigzag, mai întîi într-o direcție, iar apoi într-una aproape opusă. În ziua de 24 decembrie, după ora 15, hipocotilul curbat rămînea uneori staționar un timp considerabil, iar cînd începea din nou să se miște, se mișca mult mai încet decît înainte. De aceea, în dimineața zilei de 25 decembrie, firul subțire de sticlă a fost îndepărtat de la punctul de emergență a brațului bazal și a fost fixat orizontal pe vîrful arcului, care, din cauza faptului că brațele sale au fost legate, se lărgise

** Înveliș denumit „testa" (*N. trad.*).

și aproape se turtise. Mișcarea a fost înregistrată acum timp de 23 de ore (fig. 5); vedem că mersul [vîrfului] era tot în zigzag, ceea ce indică o tendință spre circumnutație. În acest timp, [punctul de emergență a] brațului bazal încetase aproape complet să se miște.

De îndată ce cotiledoanele au ieșit în mod natural de sub pămînt, hipocotilul prin creștere s-a îndreptat de-a lungul suprafeței interioare sau concave; acum nu mai există nimic care să se opună la mișcările libere ale părților, iar circumnutația devine mult mai regulată, mai clar exprimată, după cum se vede din următoarele cazuri: o plantulă a fost așezată aproape de o fereastră spre nord-est, astfel încît o linie unind cele două cotiledoane era para-

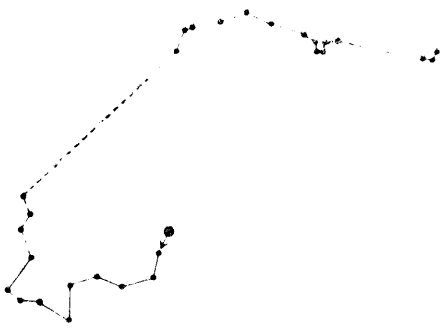


Fig. 4. — *Brassica oleracea.* Mișcarea circumnutantă a hipocotilului îngropat și curbat, cu cele două brațe ale arcului său legate împreună, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală timp de 35 de ore și 30 min; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de aproximativ 26 de ori, iar aici este redusă la jumătate din mărimea inițială.

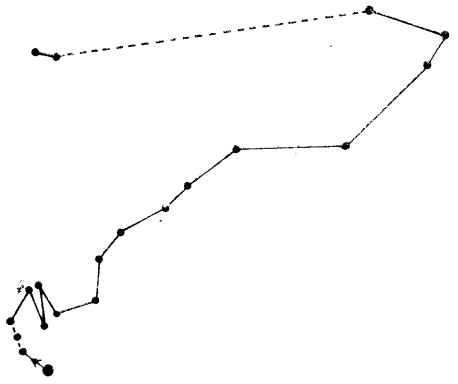


Fig. 5. — *Brassica oleracea.* Mișcarea de circumnutație a vîrfului unui hipocotil îngropat și curbat, cu cele două brațe legate împreună, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală timp de 23 de ore; mișcarea bobiței firului de sticlă, mărită aproximativ de 58 de ori, este aici redusă la jumătate din scara inițială.

lelă cu fereastra. Plantula a fost lăsată astfel toată ziua, ca să se adapteze la lumină. Dimineața următoare s-a fixat un fir de sticlă de nervura mediană a cotiledonului mai mare și mai lung (care cuprindea celălalt cotiledon mai mic, pe cînd acesta era încă în interiorul seminței), s-a făcut un semn aproape imediat în spatele firului, iar mișcarea mult mărită a plantulei întregi, adică a hipocotilului și a cotiledonului, a fost înregistrată pe o placă de

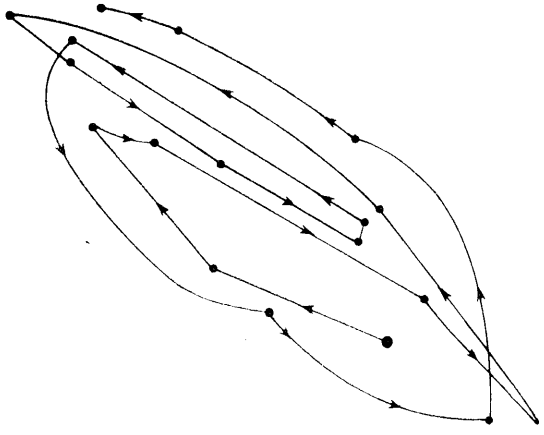


Fig. 6. — *Brassica oleracea.* Circumnutația unită a hipocotilului și a cotiledoanelor în decurs de 10 ore și 45 min; aici figura este redusă la jumătate din mărimea inițială.

sticlă verticală. La început, planta se apleca atît de mult spre lumină, încît era inutil de a încerca să i se înregistreze mișcarea; însă la ora 10 heliotropismul a încetat aproape complet și atunci s-a marcat primul punct pe placa de sticlă. Ultimul s-a înregistrat la ora 20,45, în total fiind înregistrate 17 puncte în decursul intervalului de 10 ore și 45 min (fig. 6).

Atunci cînd m-am uitat, la puțin timp după ora 16, am remarcat că bobița ieșise din cadrul plăcii de sticlă, însă a reintrat din nou la ora 17,30, iar mersul ei în acest interval, care a durat 30 min, a fost completat din imaginație; completarea însă nu poate fi departe de adevăr. Bobița s-a mișcat de șapte ori dintr-o parte într-alta și a descris în acest fel trei elipse și jumătate în 10 ore și 45 min, fiecare elipsă fiind în medie complet efectuată în 3 ore și 4 min.

În ziua precedentă, o altă plantulă fusese observată în condiții similare, cu deosebirea că planta era astfel așezată încît o linie unind cele două cotiledoane era îndreptată spre fereastră, iar firul de sticlă era fixat de cotiledonul mai mic la partea cea mai îndepărtată

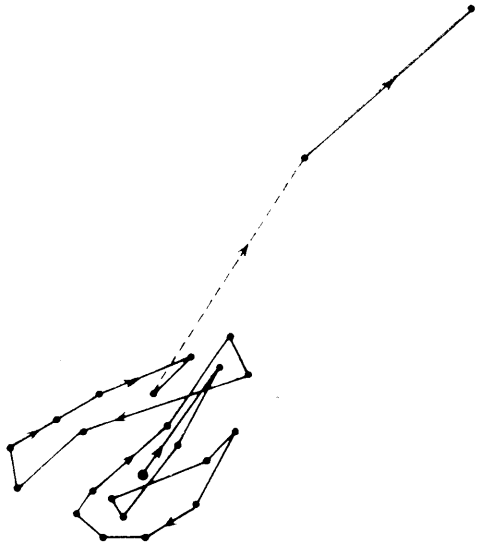


Fig. 7. — *Brassica oleracea.* Circumnutația unită a hipocotilului și a cotiledoanelor de la ora 10,50 pînă la ora 8 în dimineața următoare; înregistrarea este făcută pe o placă de sticlă verticală.

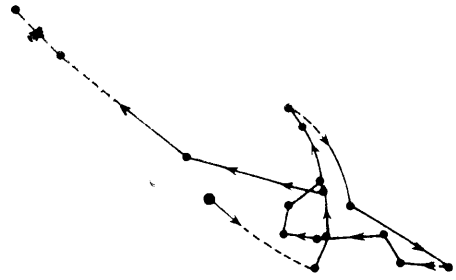


Fig. 8. — *Brassica oleracea.* Circumnutația unită a hipocotilului și a cotiledoanelor în decurs de 8 ore; figura este reprezentată așa cum a fost trasată pe o placă de sticlă verticală.

de fereastră. De altfel, planta a fost așezată pentru prima dată în această poziție. Cotiledoanele s-au înclinat considerabil spre lumină de la orele 8 la 10,30, cînd s-a marcat primul punct (fig. 7). În decursul următoarelor 12 ore, bobița s-a deplasat oblic în sus și în jos de opt ori și a descris patru figuri în formă de elipse, așa încît a mers cu aproape aceeași viteză ca și în cazul precedent. În timpul nopții ea s-a mișcat în sus datorită mișcării de somn a cotiledoanelor și a continuat să se miște în aceeași direcție pînă la ora 9 în dimineața următoare; această din urmă mișcare nu ar fi avut însă loc în cazul plantulelor în condițiile lor naturale, expuse în plină lumină.

A doua zi la ora 9,25, același cotiledon a început să se aplece și un punct a fost marcat pe altă placă de sticlă. Mișcarea a fost înregistrată pînă la ora 17,30, după cum se arată în figura 8, deoarece cursul urmat de mișcare era mult mai neregulat decît în cele două cazuri anterioare. În decursul acestor 8 ore, bobița și-a schimbat considerabil mersul de 10 ori. Mișcarea în sus a cotiledonului în decursul după-amiezii și al primei părți a nopții se observă în mod clar în acest caz.

Deoarece în ultimele trei cazuri firele de sticlă au fost fixate de unul dintre cotiledoane și deoarece hipocotilul a fost lăsat liber, figurile arată mișcarea combinată a celor două organe; după aceea, am dorit să stabilim dacă ambele părți circumnutau. De aceea, firele de sticlă au fost fixate orizontal de două hipocotile, aproape dedesubtul pețiolurilor cotiledoanelor lor. Aceste plantule au stat două zile în aceeași poziție în fața unei ferestre spre nord-est. Dimineața pînă la aproximativ ora 11, ele au [prezentat] mișcări liniare în zigzag către lumină, iar noaptea au devenit din nou aproape verticale prin apogeotropism. După aproximativ ora 11, ele s-au mișcat [îndepărtîndu-se] puțin de lumină, adesea încrucișînd și reîncrucișînd drumul lor anterior în zigzag. În acea zi, cerul a variat mult ca luminozitate și aceste observații nu au dovedit decît că hipocotilele se mișcau încontinuu într-un mod care semăna cu o

circumnutație. Într-o zi anterioară, uniform înnourată, un hipocotil a fost bine legat de un beţişor şi un fir de sticlă a fost fixat de cel mai mare dintre cele două cotiledoane, iar mişcarea lui a fost înregistrată pe o placă de sticlă verticală. De la ora 8,52, cînd s-a însemnat primul punct, cotiledonul s-a aplecat mult de tot pînă la ora 10,55; apoi el s-a ridicat foarte mult pînă la ora 12,17. Ulterior s-a aplecat puţin, executînd o buclă, însă pînă la ora 14,22 el s-a ridicat numai puţin şi a continuat să se ridice pînă la ora 21,23, cînd a făcut o altă buclă, iar la ora 22,30 s-a ridicat din nou puţin. Aceste observaţii arată că cotiledoanele se mişcă toată ziua vertical în sus şi în jos şi, deoarece există o mică mişcare laterală, ele circumnutează.

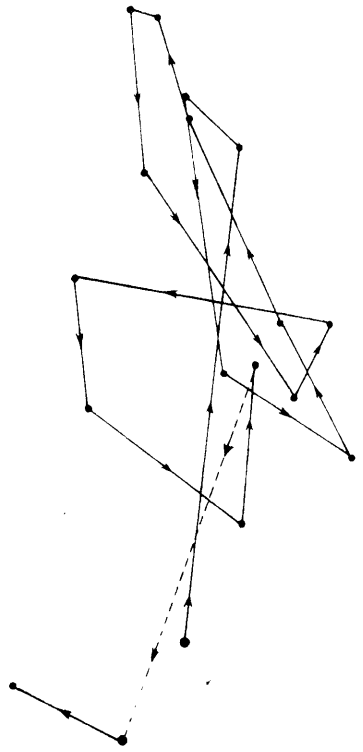


Fig. 9. — *Brassica oleracea.* Circumnutaţia unui hipocotil în întuneric, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, cu ajutorul unui fir de sticlă cu o bobiţă, fixat de-a curmezişul vîrfului; mişcarea a fost urmărită de la ora 9,15 şi pînă la ora 8,30 din dimineaţa următoare; aici figura este redusă la jumătate din mărimea ei iniţială.

Varza a fost una din primele plante ale căror plantule au fost observate de noi şi atunci nu ştiam în ce măsură circumnutaţia diferitelor părţi era influenţată de lumină. Plantule tinere au fost ţinute de aceea în întuneric complet, în afară de un minut sau două în timpul fiecărei observaţii, cînd au fost luminate de o mică lumînare de ceară ţinută aproape vertical deasupra lor. În decursul primei zile, hipocotilul uneia dintre ele şi-a modificat mersul de 13 ori (fig. 9); şi merită remarcat că axele mai lungi ale figurilor descrise adesea se încrucişau în unghi drept sau aproape drept. O altă plantulă a fost observată în acelaşi mod, însă era mult mai bătrînă, deoarece formase o frunză adevărată lungă de 0,626 cm, iar hipocotilul era înalt de 2,968 cm. Figura trasată era foarte complexă, cu toate că mişcarea nu era de o dimensiune aşa de mare ca în cazul precedent.

Hipocotilul unei alte plantule de aceeaşi vîrstă a fost legat de un beţişor şi, după ce s-a fixat un fir de sticlă de nervura mediană a unuia din cotiledoane, mişcarea bobiţei a fost înregistrată pe întuneric timp de 14 ore şi 15 min. Trebuie notat că mişcarea principală a cotiledoanelor, şi anume în sus şi în jos, s-ar arăta pe o placă de sticlă orizontală numai prin liniile din direcţia nervurii mediane (adică în sus şi în jos, după cum se vede în figura 10), fiind puţin lungită sau scurtată, pe cînd orice mişcare laterală este bine exprimată. Figura de faţă arată că de fapt cotiledonul s-a mişcat de 12 ori lateral, şi anume dintr-o parte într-alta a liniei înregistrate, în cele 14 ore şi 45 min, cît a durat observaţia. De aceea, cu siguranţă că şi cotiledoanele au circumnutat, cu toate că principala lor mişcare pe un plan vertical se efectua în sus şi în jos.

Viteza mişcării. — Mişcările hipocotilelor şi ale cotiledoanelor plantulelor de varză de diferite vîrste au fost suficient ilustrate. În ceea ce priveşte viteza, plantulele au fost

puse la un microscop la care platina a fost îndepărtată și care avea un micrometru ocular astfel ajustat, încît fiecare diviziune a micrometrului să reprezinte 0,0125 mm; plantulele au fost luminate de o lumină trecută printr-o soluție de bicromat de potasiu, pentru a elimina heliotropismul. În aceste condiții era interesant de observat cît de rapid trecea vîrful circumnutat al unui cotiledon prin dreptul diviziunilor micrometrului. Pe cînd se deplasa în oricare direcție, vîrful oscila în general înainte și înapoi, [oscilațiile avînd] pînă la 0,05 mm și uneori pînă la aproape 0,1 mm. Aceste oscilații erau complet diferite de tremurătura provocată de vreo mișcare în acea cameră sau de închiderea unei uși îndepărtate. Prima plantulă obser-

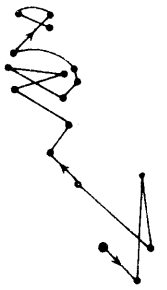


Fig. 10. – *Brassica oleracea*. Circumnutația unui cotiledon, hipocotilul fiind legat de un bețișor; înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, în întuneric, de la ora 8,15 pînă la ora 22,30; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de 13 ori.

vată era înaltă de aproape 5 cm și se ofilise, fiind crescută în întuneric. Vîrful cotiledonului a trecut prin fața a 10 diviziuni ale micrometrului, adică a parcurs 0,5 mm în 6 min și 40 de secunde. Apoi, fire scurte de sticlă au fost fixate vertical de hipocotilul mai multor plantule, astfel încît să proemine puțin deasupra cotiledoanelor, exagerînd în acest fel viteza mișcării; însă numai puține dintre observațiile astfel făcute merită să fie redate. Faptul cel mai remarcabil l-au constituit mișcarea oscilatorie descrisă mai sus și diferența de viteză cu care vîrful a trecut după intervale scurte de timp prin fața diviziunilor micrometrului. De exemplu, o plantulă înaltă neofilită a fost ținută timp de 14 ore în întuneric; ea a fost expusă în fața unei ferestre spre nord-est timp de numai două sau trei minute, în timp ce un fir subțire de sticlă a fost fixat vertical de hipocotil; ea a fost apoi plasată din nou în întuneric timp de o jumătate de oră și ulterior observată într-o lumină trecută prin bicromat de potasiu. Vîrful oscila ca de obicei; el a trecut prin fața a cinci diviziuni de micrometru (adică a parcurs 0,25 mm) într-un minut și 30 de secunde. Plantula a fost lăsată apoi timp de o oră în întuneric și de acum ea a avut nevoie de 3 min și 6 secunde pentru a traversa o diviziune, adică de 15 min și 30 de secunde ca să treacă prin fața a cinci diviziuni. O altă plantulă, după ce a fost observată întîmplător în fundul unei camere situate la nord, pe un timp foarte mohorît, a fost lăsată în întuneric complet în timpul unor intervale de cîte o jumătate de oră; ea a traversat cinci diviziuni în 5 min în direcția ferestrei, așa încît am conchis că mișcarea era heliotropă. Probabil însă că nu era așa, deoarece planta se găsea foarte aproape de o fereastră spre nord-est și a fost lăsată acolo timp de 25 min, după care, în loc să se miște încă și mai repede spre lumină, așa cum ar fi fost de așteptat, ea s-a deplasat cu viteza de numai 12 min și 30 de secunde pentru [parcurgerea a] cinci diviziuni. Ulterior a fost lăsată din nou în întuneric complet timp de o oră și acum vîrful s-a deplasat în aceeași direcție ca și mai înainte, însă cu viteza de 3 min și 18 secunde pentru cinci diviziuni.

Va trebui să revenim la cotiledoanele de varză într-un capitol viitor, cînd vom trata despre mișcările lor din perioada de somn. De asemenea, va fi descrisă ulterior circumnutația frunzelor plantelor deplin dezvoltate.

Githago segetum (*Caryophylleae*). — O plantulă tînără a fost luminată slab de sus și circumnutația hipocotilului a fost observată timp de 28 de ore, după cum se vede în figura 11. Hipocotilul s-a mișcat în toate direcțiile, liniile de la dreapta spre stînga din figură fiind paralele cu limburile foliare ale cotiledoanelor. Distanța parcursă dintr-o parte într-alta de către vîrful hipocotilului a fost de aproximativ 0,5 mm; era însă imposibil de a fi exact în această privință, deoarece, după ce se mișcase cîtva timp, cu cît planta era privită mai oblic, cu atît distanțele erau mai exagerate.

Ne-am străduit să observăm circumnutația cotiledoanelor, însă, deoarece ele se închid strîns, afară numai dacă nu sînt ținute la o lumină moderată, și deoarece hipocotilul este extrem de heliotrop, aranjamentele necesare erau prea anevoioase. Vom reveni într-un capitol viitor la mișcările nocturne sau de somn ale cotiledoanelor.

Gossypium (var. de bumbac de Nanking) (*Malvaceae*). — Circumnutația unui hipocotil a fost observată în seră, însă mișcarea era atît de mult exagerată, încît de două ori bobița a ieșit pentru cîtva timp din cîmpul vizual. Era totuși evident că două elipse oarecum neregulate fuseseră [executate] aproape complet în 9 ore. O altă plantulă, înaltă de 3,75 cm, a fost apoi observată timp de 23 de ore; însă observațiile nu au fost făcute la intervale suficient de scurte, după cum se vede din puținele puncte din figura 12, iar figura nu a fost suficient de mărită. Nu poate exista totuși îndoială asupra circumnutației hipocotilului, care în 12 ore a descris o figură reprezentînd trei elipse neregulate de dimensiuni inegale.

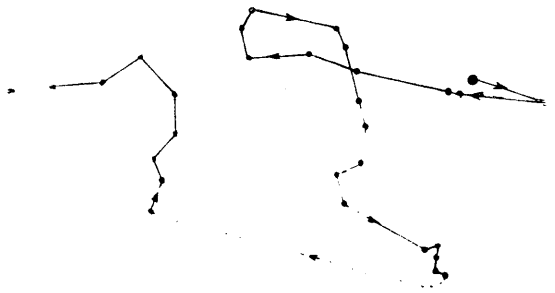


Fig. 11. — *Githago segetum*. Circumnutația unui hipocotil, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală cu ajutorul unui fir de sticlă fixat de-a curmezișul vîrfului hipocotilului, urmărită de la ora 8,15 pînă la ora 12,15 din ziua următoare; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de aproximativ 13 ori, aici fiind redusă la jumătatea mărimii inițiale.

Cotiledoanele sînt în continuă mișcare în sus și în jos în tot timpul zilei și, deoarece ele oferă cazul obișnuit de a se mișca în jos seara tîrziu și n prima parte a nopții, au fost făcute multe observații asupra lor. Un fir de sticlă a fost f xat de-a lungul mijlocului unuia din ele și mișcarea lui a fost înregistrată pe o placă de sticlă verticală; figura [obținută] nu este însă redată, deoarece hipocotilul nu era fixat, așa încît era imposibil de a distinge în mod clar mișcarea lui de cea a cotiledonului. Cotiledoanele s-au ridicat de la ora 10,30 pînă la aproximativ ora 15, apoi s-au curbat pînă la ora 22, ridicîndu-se totuși foarte mult în ultima parte a nopții. Unghiurile deasupra orizontului la care erau studiate la diferite ore cotiledoanele unei alte plantule sînt înregistrate în următorul scurt tabel:

20 octombrie, ora	14,50	. . . . .	25°	deasupra orizontului
”	” 16,20	. . . . .	22°	” ”
”	” 17,20	. . . . .	15°	” ”
”	” 22,40	. . . . .	8°	” ”
21 octombrie,	” 8,40	. . . . .	28°	” ”
”	” 11,15	. . . . .	35°	” ”
”	” 21,11	. . . . .	10°	dedesubtul orizontului

Poziția celor două cotiledoane a fost determinată cu aproximație la diferite ore cu același rezultat general.

Vara următoare, hipocotilul unei a patra plantu'e a fost legat de un bețișor, iar un fir subțire de sticlă prins cu triunghiuri de hîrtie a fost fixat de unul dintre cotiledoane; mișcările firului au fost înregistrate pe o placă de sticlă verticală așezată în casă sub un geam luminator dublu. Primul punct a fost marcat la 20 iunie la ora 4,20 și cotiledonul s-a înclinat în linie aproape dreaptă pînă la ora 22, 15. Exact după miezul nopții el a fost găsit puțin mai jos și puțin într-o parte. Pînă la începutul dimineții, la ora 3,45, firul s-a ridicat foarte mult, însă pînă la ora 6,20 s-a înclinat puțin. În toată această zi (21 iunie), hipocotilul s-a aplecat [descriind] o linie puțin în zigzag, însă mersul lui normal a fost tulburat din lipsă de lumină suficientă, deoarece în timpul nopții el nu s-a ridicat decît puțin și s-a deplasat

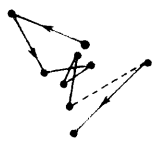


Fig. 12. — *Gossypium*. Circumnutația hipocotilului înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, de la ora 10,30 pînă la ora 9,30 din dimineața următoare, cu ajutorul unui fir de sticlă fixat de-a curmezișul vîrfului; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de circa două ori; plantula este luminată de sus.

neregulat toată ziua și noaptea următoare, de 22 iunie. Liniile ascendente și descendente înregistrate în decursul acestor trei zile nu au coincis, așa încît mișcarea era una de circumnutație. Această plantulă a fost dusă înapoi în seră și după cinci zile a fost examinată la ora 10,

cînd cotiledoanele au fost găsite atîrnînd atît de drept în jos, încît s-ar fi putut spune, pe bună dreptate, că dormeau. Dimineața următoare, ele au revenit la poziția lor orizontală obișnuită.

Oxalis rosea (*Oxalideae*). — Hipocotilul, legat de un bețișor, și un firișor de sticlă extrem de subțire, prins cu două triunghiuri de hîrtie, au fost fixate de unul dintre cotiledoane, care era lung de 3,75 mm. La această specie și la ce'e următoare, capătul pețiolului, acolo unde se unește cu limbul foliar, se dezvoltă într-un pulvin. Vîrful cotiledonului nu era decît la 12,5 cm de placa de stic ă verticală, așa încît mișcarea sa nu a fost exagerată atîta timp cît vîrful cotiledonului a rămas aproape orizontal, însă în decursul zilei el s-a ridicat foarte mult față de poziția orizontală și de asemenea a coborît față de ea ; de aceea mișcarea a fost, desigur, mult exagerată.

În figura 13, mersul hipocotilului este arătat de la 17 iunie, ora 6,45 pînă la ora 7,40 a dimineții următoare ; și vedem că în timpul zilei, în decurs de 11 ore și 15 min, hipocotilul s-a deplasat de trei ori în jos și de două ori în sus. După ora 17,45, el s-a mișcat rapid în jos și într-o oră sau două atîrna drept în jos și așa a rămas toată noaptea dormind. Această poziție nu a putut fi reprezentată pe placa de sticlă verticală și nici în figura dată aici. Pînă la ora 6,40 din dimineața următoare (18 iunie) ambele cotiledoane se ridicaseră foarte mult și au continuat să se ridice pînă la ora 8, cînd erau aproape orizontale. Mișcarea lor a fost înregistrată în decursul întregii zile și pînă în dimineața următoare ; însă figurile nu le mai dăm, deoarece erau foarte asemănătoare cu figura 13, afară numai de faptul că liniile erau mai în zigzag. Cotiledoanele s-au mișcat de șapte ori în sus sau în jos, iar pe la ora 16 a început marea mișcare nocturnă de înclinare.

O altă plantulă a fost observată în același fel timp de aproape 24 de ore, cu deosebirea însă că hipocotilul a fost lăsat liber. De asemenea, mișcarea a fost mai puțin mărită. În ziua de 18 iunie, între orele 8,12 și 17, vîrful cotiledonului s-a mișcat de șapte ori în sus sau în jos (fig. 14). Mișcarea nocturnă de înclinare, care nu reprezintă decît o mare intensificare a uneia dintre oscilațiile diurne, a început pe la ora 16.

Oxalis valdiviana (*Oxalideae*). — Această specie este interesantă deoarece cotiledoanele se ridică perpendicular în sus în timpul nopții, așa încît ele vin în contact strîns, în loc de a se înclina drept în jos, ca în cazul lui *O. rosea*. Un fir subțire de sticlă a fost fixat de un cotiledon lung de 0,425 cm, iar hipocotilul a fost lăsat liber. În prima zi, plantula a fost plasată prea departe de placa de sticlă verticală, așa încît desenul a fost enorm de exagerat, iar mișcarea nu a putut fi înregistrată atunci cînd cotiledonul se ridica sau se înclina mult ; se vedea însă clar că cotiledoanele s-au ridicat de trei ori și s-au înclinat de două ori între orele 8,15 și 16,15. Devreme, în dimineața următoare, la 19 iunie, vîrful unui cotiledon se găsea la numai 4,69 cm de placa de sticlă verticală. La ora 6,40 era orizontal, apoi s-a înclinat pînă la 8,35°, după care s-a ridicat. În decursul a 12 ore s-a ridicat în total de trei ori și s-a înclinat de trei ori, după cum se poate vedea în figura 15. Marea mișcare nocturnă de ridicare a cotiledoanelor începe de obicei pe la orele 16 sau 17, și în dimineața următoare ele erau desfăcute și stăteau aproximativ orizontal la ora 6,30. Totuși, în cazul de față, marea ridicare nocturnă nu a început decît la ora 19 ; aceasta se datorește însă faptului că hipocotilul, dintr-o cauză necunoscută, s-a îndoit temporar spre stînga, după cum se vede din desen. Pentru a stabili în mod precis că hipocotilul a circumnutat, s-a pus un semn la ora 16,15 în dosul celor două cotiledoane, acum închise și verticale, iar mișcarea unui fir subțire de sticlă, fixat vertical de vîrful hipocotilului, a fost înregistrată pînă la ora 22,40. În acest timp, el s-a mișcat dintr-o parte într-alta, precum și înainte și înapoi, arătînd în mod clar circumnutația ; însă mișcarea era de mică amploare. De aceea,

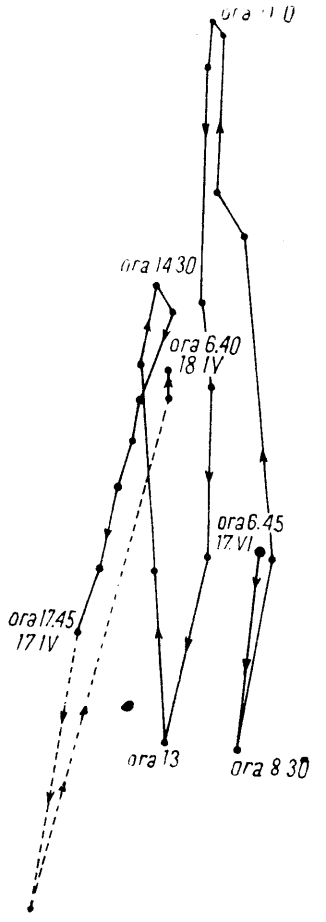
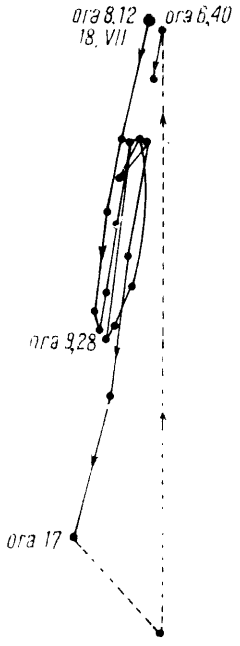


Fig. 13. — *Oxalis rosea*. Circumnutația cotiledoanelor luminate de sus, hipocotilul fiind legat de un bețișor ; figura de față este la jumătate din mărimea inițială.

figura 15 reprezintă destul de bine mișcarea numai a cotiledoanelor, cu excepția singurei curburi mari spre stînga, de după amiază.

Oxalis corniculata (var. *cuprea*). Cotiledoanele se ridică noaptea într-o măsură variabilă deasupra orizontalei, în general cu aproximativ 45°; s-a constatat că la unele plantule, în vîrstă de 2 și de 5 zile, cotiledoanele erau în continuă mișcare ziua întreagă; aceste mișcări erau însă mai simple decît la ultimele două specii. Aceasta poate să fi rezultat, parțial, din cauză că ele nu erau suficient luminate în momentul observației, după cum s-a văzut din faptul că ele nu au început să se ridice decît seara foarte tîrziu.



← Fig. 14. — *Oxalis rosea*. Circumnutația combinată a cotiledoanelor și a hipocotilului, înregistrată de la 18 iunie, ora 8,12, pînă la 19 iunie, ora 7,30; vîrful cotiledonului era la numai 8,7 cm pe placa verticală de sticlă; figura este la jumătate din mărimea inițială.

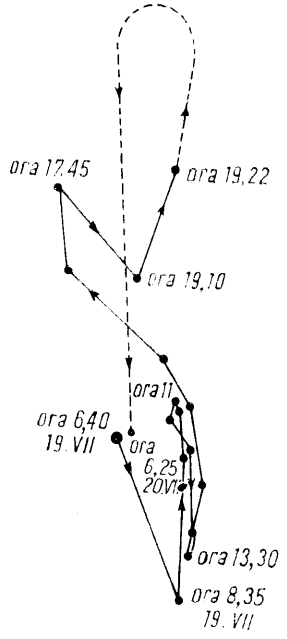


Fig. 15. — *Oxalis valdiviana*. Circumnutația combinată a unui cotiledon cu hipocotilul, înregistrată pe o placă de sticlă verticală timp de 24 de ore; figura este la jumătate din mărimea inițială; plantula e luminată de sus. →

Oxalis (*Biophytum*) *sensitiva*. — Cotiledoanele sînt foarte deosebite prin amplitudinea și rapiditatea mișcărilor lor diurne. Unghiurile la care erau situate deasupra și dedesubtul orizontalei au fost măsurate la intervale scurte de timp; și regretăm că nu s-a înregistrat mersul lor în tot timpul zilei. Nu vom da decît cîteva dintre măsurători, și anume pe acelea care au fost făcute pe cînd plantulele erau expuse unei temperaturi de 22,5—24,5°C. Unul dintre cotiledoane s-a ridicat cu 70° în 11 min, un altul de pe o plantulă distinctă s-a înclinat cu 80° în 12 min. Imediat înainte de această ultimă înclinare, același cotiledon se ridicase de la o poziție verticală în jos la una verticală în sus ntr o oră ș 48 min, parcurgînd deci 180° în mai puțin de 2 ore. Nu am întîlnit nici un alt caz de mișcare de circumnutație de 180° atît de mare ca amplitudine și nici de o asemenea rapiditate de mișcare ca parcurgerea a 80° în 12 min. Noaptea, cotiledoanele acestei plante dorm ridicîndu-se vertical, ajungînd în contact strîns între ele. Această mișcare în sus nu se deosebește de cea a marilor oscilații diurne descrise mai înainte decît prin faptul că poziția este permanentă în timpul nopții și de asemenea prin periodicitatea ei, întrucît ea începe întotdeauna seara tîrziu.

Tropaeolum minus (?) (var. Tom Thumb ***) (*Tropaeoleae*). — Cotiledoanele sînt hipogee și nu se ridică niciodată deasupra solului. Îndepărtînd pămîntul, s-a găsit un epicotil sau plumulă cu vîrful curbat drept în jos, ca hipocotilul curbat al verzei descris mai sus. Un firișor de sticlă cu o bobiță la capăt a fost fixat de jumătatea bazală (sau braț) exact deasupra cotiledoanelor hipogee, care erau din nou aproape înconjurate de pămînt afînat. Desenul (fig. 16) arată mersul bobiței în cursul a 11 ore. După ultimul punct arătat în figură, bobița s-a mișcat pînă la o mare distanță, ieșind în cele din urmă de pe placa de sticlă în direcția indicată de linia punctată. Această mare mișcare, datorită creșterii sporite de-a lungul suprafeței concave a arcului epicotilului, a fost cauzată de faptul că brațul bazal s-a îndoit înapoi dinspre partea superioară în afară, adică într-o direcție opusă vîrfului lăsat în jos.

*** Tom Thumb = Tom Degețelul (*N. trad.*).

la fel cum s-a întîmplat cu hipocotilul verzei. Un alt epicotil curbat și îngropat a fost observat în același fel, afară numai că ambele brațe ale arcului epicotilului au fost legate împreună cu un fir subțire de mătase pentru a împiedica marea mișcare menționată mai sus. Epicotilul s-a mișcat totuși seara în aceeași direcție ca mai înainte, însă linia urmată nu a fost atît de dreaptă. În timpul dimineții, arcul legat al epicotilului a descris o mișcare circulară neregulată în zigzag accentuat și pe o distanță mai mare decît în cazul anterior, după cum se vede

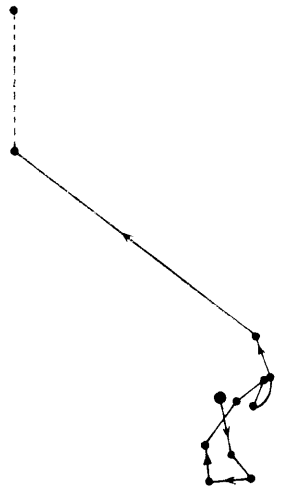


Fig. 16. — *Tropaeolum minus* (?). Circumnutația unui epicotil îngropat și curbat, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, de la ora 9,20 pînă la ora 20,15; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de 27 de ori.

într-un desen mărit de 18 ori. Mișcările unei plante tinere avînd cîteva frunze și ale unei plante mature urmează să fie descrise ulterior.

Citrus aurantium (portocală) (*Aurantiaceae*). — Cotiledoanele sînt hipogee. Circumnutația unui epicotil care la sfîrșitul observațiilor noastre avea înălțimea de 15 mm deasupra solului se vede în figura alăturată (fig. 17), după cum a fost observată timp de 44 de ore și 40 min.

Aesculus hippocastanum (*Hippocastaneae*). — Semințe în curs de germinare au fost așezate într-o cutie de tablă pe un strat înclinat de nisip argilos menținut umed, pe care se sprijineau patru plăci de sticlă înnegrită, înclinate în unghiuri de 70 și 65° față de orizontală. Vîrfurile radiculelor erau așezate astfel încît de-abia să atingă capătul superior al plăcilor de sticlă și, pe cînd creșteau în jos, ele apăsau ușor, datorită geotropismului, pe suprafețele

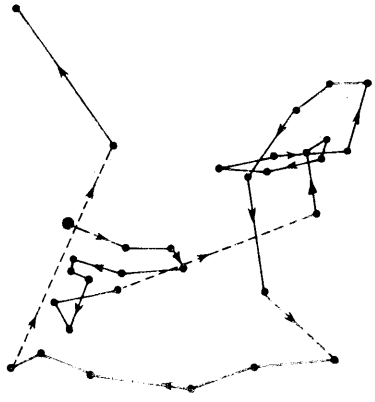


Fig. 17. — *Citrus aurantium*. Circumnutația unui epicotil, prins cu un fir de sticlă fixat transversal aproape de vîrf, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 20 februarie, ora 12,13, pînă la 21 februarie, ora 8,55; mișcarea bobiței firului de sticlă a fost mărită mai întîi de 21 de ori, dar în figura de față de 10 1/2 ori și ulterior de 36 de ori sau în figură de 18 ori; plantula a fost luminată de sus.

înnegrite, lăsînd urmele mersului lor. În partea de mijloc a fiecărei urme, sticla era complet, curățată, însă marginile erau foarte estompate și neregulate. S-au făcut copii după două dintre aceste urme (toate patru fiind aproape la fel) pe hîrtie de calc pusă deasupra plăcilor de sticlă, după ce fuseseră [stropite] cu fixativ; urmele era posibil să fie exacte, avînd în vedere natura

marginilor (fig. 18). Ele sînt suficiente pentru a arăta că există o mișcare laterală oarecare, aproape sinuoasă, și că în mersul lor în jos vîrfurile apăsau cu o forță inegală asupra plăcilor, deoarece urmele variau ca lățime. Urmele mai deplin sinuoase făcute de radiculele de *Phaseolus multiflorus* și *Vicia faba* (pe care o vom descrie îndată) arată aproape sigur că radiculele plantei de față au circumnutat.

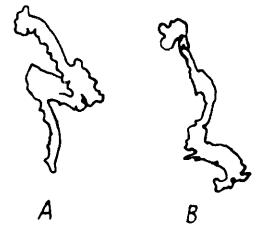
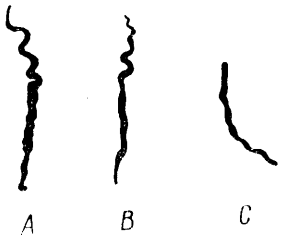


Fig. 18. — *Aesculus hippocastanum*. Conturul urmelor lăsate pe plăcile înclinate de sticlă de către vîrfurile radiculelor; în *A*, placa era înclinată cu 70 față de orizontală, iar radicula avea lungimea de 4,75 cm și diametrul de 0,575 cm la bază; în *B*, placa era înclinată cu 65° față de orizontală și radicula era cu foarte puțin mai mare.

Phaseolus multiflorus (*Leguminosae*). — Patru plăci de sticlă înnegrită au fost așezate în același fel ca la *Aesculus* și urmele lăsate de vîrfurile a patru radicule ale plantulei de față au fost fotografiate pe cînd creșteau în jos, avînd aspect de obiecte transparente. Trei dintre ele au fost copiate în mod exact (fig. 19). Mersul lor sinuos arată că vîrfurile se mișcau în mod regulat dintr-o parte într-alta; de asemenea, alternativ ele apăsau cu mai multă sau mai puțină forță pe plăci, uneori ridicîndu-se și părăsindu-le complet pe o distanță foarte scurtă; aceasta se vede însă mai bine pe plăcile originale decît pe copii. De aceea, aceste

Fig. 19. — *Phaseolus multiflorus*. Urme lăsate pe plăcile de sticlă afumată, înclinate, de către vîrfurile radiculelor crescînd în jos. *A* și *C*, plăci înclinate cu 68° față de orizontală.



radicule se mișcau fără încetare în toate direcțiile, adică ele circumnutau. Mișcările laterale spre dreapta și spre stînga ale radiculei *A* marcau o distanță de 2 mm între pozițiile lor extreme, după cum s-a stabilit prin măsurătoarea cu un micrometru ocular.

Vicia faba (bobul comun) (*Leguminosae*). *Radiculă*. — Cîteva boabe de bob au fost lăsate să germineze pe nisip și, după ce una din boabe a emis radicula pînă la o lungime de 0,5 cm, bobul a fost răsturnat, așa încît radicula, care era ținută în aer umed, stătea acum vertical. Un fir de sticlă, lung de aproape 2,5 cm, a fost fixat oblic aproape de vîrful ei,

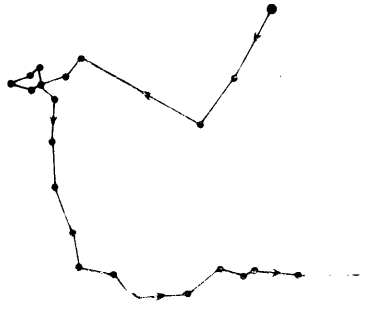


Fig. 20. — *Vicia faba*. Circumnutația unei radicule îndreptate la început vertical în sus și ținute în întuneric, înregistrată pe o placă orizontală de sticlă, timp de 14 ore; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de 23 de ori, aici redusă la jumătate din scara inițială.

iar mișcarea bobiței terminale a fost înregistrată de la ora 8,30 pînă la ora 22, după cum se vede în figura 20. La început, radicula și-a schimbat brusc mersul de două ori, apoi a făcut o mică buclă, iar apoi o curbă mai mare în zigzag. În timpul nopții și pînă la ora 11 în dimineața următoare, bobița s-a deplasat la o mare distanță, în linie aproape dreaptă, în direcția indicată de linia punctată din figură. Aceasta a rezultat din faptul că vîrful se înclină repede

în jos, deoarece acum el se coborise mult și obținuse în acest fel o poziție foarte favorabilă pentru acțiunea geotropismului.

Am experimentat apoi cu aproape douăzeci de radicule, lăsîndu-le să crească în jos pe deasupra unor plăci înclinate de sticlă înnegrită în exact același fel ca la *Aesculus* și *Phaseolus*. Unele plăci erau înclinate numai cu cîteva grade sub orizontală, însă majoritatea lor erau înclinate cu 60—75°. În aceste din urmă cazuri, crescînd în jos, radiculele nu deviau

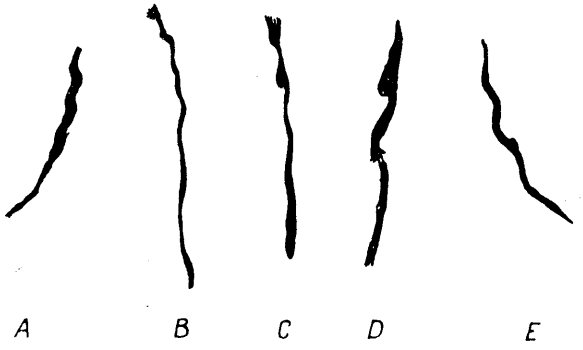


Fig. 21. — *Vicia faba*. Urme lăsate de vîrfurile radiculelor crescînd în jos pe plăcile înclinate de sticlă înnegrită; placa *C* avea o înclinare de 65°, plăcile *A* și *D* de 71°, placa *B* de 75° și placa *E* era înclinată cu cîteva grade sub linia orizontală.

decît puțin de la direcția pe care au urmat-o pe cînd germinau în rumeguș și apăsau ușor pe plăcile de sticlă (fig. 21). În figură sînt copiate cinci dintre urmele cele mai distincte și toate sînt ușor sinuoase, dovedind circumnutație. De altfel, o examinare atentă a aproape fiecăreia dintre urme a arătat clar că, în mersul lor în jos, vîrfurile au apăsat alternativ cu mai multă sau mai puțină forță pe plăci și uneori s-au ridicat în sus în așa fel, încît aproape au ieșit din ele pentru un timp scurt. Distanța dintre pozițiile extreme spre dreapta și stînga ale radiculei *A* era de 0,7 mm; ea a fost determinată în același fel ca în cazul lui *Phaseolus*.

Epicotil. — În punctul unde radicula a ieșit dintr-o boabă de bob comun așezat pe lat, în același plan orizontal cu bobul a proeminat cu 0,25 cm o excrescență turtită, solidă. Această proeminență consta din vîrful convex al epicotilului curbat; și, pe cînd el se dezvolta datorită apogeotropismului, cele două brațe ale arcului epicotilului se încovoiau lateral și în sus cu o asemenea viteză, încît arcul era considerabil înclinat după 14 ore și vertical după 48 de ore. Un fir de sticlă a fost fixat de vîrful proeminenței înainte ca vreun arc să fie vizibil, însă jumătatea bazală a crescut atît de repede, încît în a doua dimineață capătul firului de sticlă era foarte mult înclinat în jos. De aceea, el a fost desprins și fixat mai jos. Linia înregistrată în decursul acestor două zile s-a extins în aceeași direcție generală și era în unele părți aproape dreaptă, iar în altele evident în zigzag, dînd astfel o oarecare dovadă de circumnutație.

Epicotilul curbat, în orice poziție ar fi așezat, se îndoaie repede în sus datorită apogeotropismului și, de îndată ce sînt eliberate de presiunea pămîntului înconjurător, cele două brațe tind să se separe unul de altul la o vîrstă foarte timpurie. Este greu de determinat cu certitudine dacă epicotilul circumnutează atîta timp cît rămîne curbat. De aceea, s-au dezvelit cîteva boabe de bob relativ adînc îngropate și cele două brațe ale arcurilor au fost legate împreună, după cum s-a procedat în cazul epicotilelor de *Tropaeolum* și de varză. Mișcările arcurilor legate au fost înregistrate, în mod obișnuit, în două cazuri în decurs de trei zile. În asemenea condiții nenaturale, desenele [obținute] nu meritau însă să fie reproduse; merită spus numai că liniile desenelor erau hotărît în zigzag și că s-au format întîmplător mici bucle. De aceea putem conchide că epicotilul circumnutează pe cînd încă este curbat și înainte de a fi crescut destul de înalt pentru a răzbi prin suprafața solului.

Pentru a observa mișcările epicotilului la o vîrstă relativ mai înaintată, un fir de sticlă a fost fixat aproape de baza unui hipocotil care nu mai era curbat, deoarece jumătatea sa superioară forma un unghi drept cu jumătatea inferioară. Acest bob germinase pe nisip umed și epicotilul începuse să se îndrepte mult mai devreme decît s-ar fi întîmplat dacă ar fi fost plantat cum trebuie. Drumul parcurs timp de 50 de ore (de la 26 decembrie, ora 9, pînă la 28 decembrie, ora 11) este arătat în figura 22, în care vedem că epicotilul a circumnutat tot timpul. Partea sa bazală a crescut atît de mult în decursul celor 50 de ore, încît la sfîrșitul observațiilor noastre firul de sticlă a fost fixat la înălțimea de 1 cm deasupra suprafeței superioare a bobului, în loc să fie foarte aproape de sămînță. Dacă bobul ar fi fost plantat în mod corespunzător, partea epicotilului [descrisă mai sus] ar fi fost încă sub pămînt.

Seara tîrziu la data de 28 decembrie, la cîteva ore după ce s-au completat observațiile de mai sus, epicotilul crescuse mult mai drept, deoarece partea superioară forma acum un unghi larg deschis cu partea inferioară. Un fir de sticlă a fost fixat de partea bazală, verticală, mai sus decît înainte, foarte aproape, dar dedesubtul prelungirii celei mai de jos, din care se dezvolta o frunză scvamiformă ; și mișcarea firului a fost înregistrată în decurs de 38 de ore

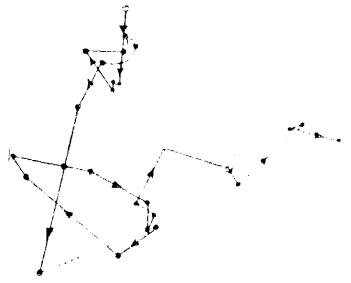


Fig. 22. — *Vicia faba*. Circumnutația unui epicotil tînăr, înregistrată la întuneric timp de 50 de ore pe o placă de sticlă orizontală ; mișcarea bobiței firului de sticlă este mărită de 20 de ori ; a fost redusă la jumătate din mărimea inițială.

(fig. 23). Aici avem din nou dovada clară a circumnutației continuate. Dacă bobul ar fi fost plantat corespunzător, partea epicotilului de care era prins firul de sticlă, a cărei mișcare este arătată aici, probabil că s-ar fi ridicat de-abia cu puțin peste suprafața solului.

Lathyrus nissolia (*Leguminosae*). — Această plantă a fost aleasă pentru observație deoarece este o formă anormală, avînd frunze ca de erbacee.

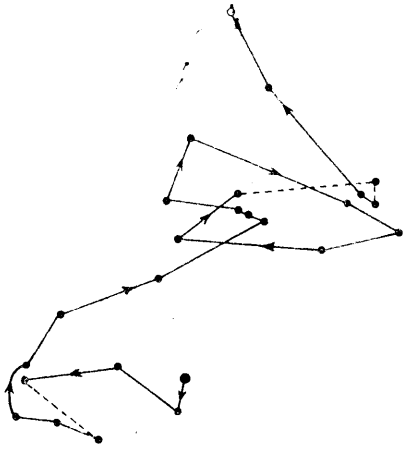


Fig. 23. — *Vicia faba*. Circumnutația aceluiași epicotil ca în figura 22, puțin înaintat în vîrstă, înregistrată în condiții similare cu cele anterioare de la 28 decembrie, ora 2,10, pînă la 30 decembrie, ora 10,30 ; mișcarea bobiței mărită de 20 de ori.

Cotiledoanele sînt hipogee și epicotilul străbate solul în formă curbată. S-au urmărit n decurs de 24 de ore, mișcările unei tulpini, înaltă de 3,75 cm, constînd din trei internodii, el inferior aproape complet subteran, iar cel superior purtînd o frunză scurtă, îngustă ; pentru mișcările arătate în figura 24 nu s-a folosit nici un fir subțire de sticlă, însă s-a pus un

Fig. 24. — *Lathyrus nissolia*. Circumnutația unei tulpini de plantulă tînără, înregistrată în întuneric pe o placă de sticlă orizontală de la 22 noiembrie, ora 6.45, pînă în ziua de 23 decembrie, ora 7 ; mișcarea capătului frunzei este mărită de circa 12 ori ; figura este redusă la jumătate din mărimea inițială.

semn sub vîrful frunzei. Lungimea însăși a celei mai lungi dintre cele două elipse descrise le tulpină era de circa 0,35 cm. În ziua precedentă, linia principală a mișcării descria aproape un unghi drept față de cea arătată în figura de față și era mai simplă.

Cassia tora[1] (*Leguminosae*). — O plantulă a fost aşezată în faţa unei ferestre spre nord-est; ea s-a înclinat foarte puţin spre fereastră, deoarece hipocotilul care era lăsat liber era relativ bătrîn şi de aceea nu mai era heliotrop. De nervura mediană a unuia dintre cotiledoane a fost fixat un fir de sticlă şi mişcarea întregii plantule a fost înregistrată timp de două zile. Circumnutaţia hipocotilului este cu totul neînsemnată faţă de cea a cotiledoanelor. Noaptea, cotiledoanele se ridicau vertical în sus şi intrau în contact strîns, aşa încît

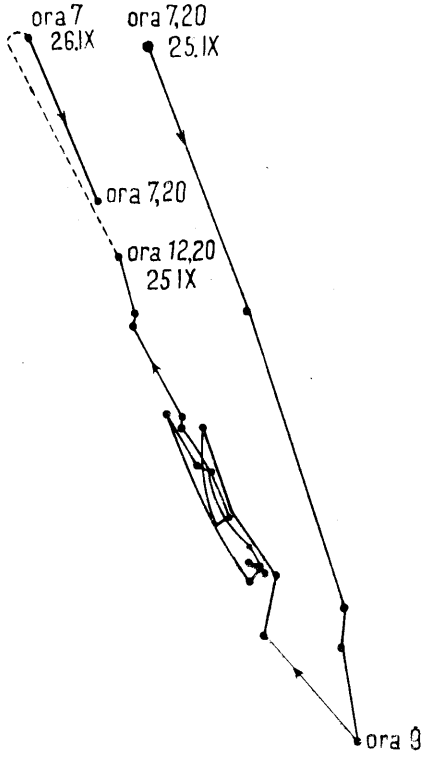


Fig. 25. — *Cassia tora*. Circumnutaţia combinată a cotiledoanelor şi a hipocotilului, înregistrată pe o placă de sticlă de la 25 septembrie, ora 7,10, pînă la 28 septembrie, ora 7,30; figura este redusă la jumătate din mărimea iniţială.

se poate spune că ele dorm. Această plantulă era atît de bătrînă, încît se dezvoltase o frunză veritabilă foarte mică, care noaptea era complet ascunsă de cotiledoanele închise. La 24 septembrie, între orele 8 şi 17, cotiledoanele s-au deplasat de cinci ori în sus şi de cinci ori în jos; de aceea ele au descris cinci elipse neregulate în decursul celor 9 ore. Marea ridicare nocturnă a început pe la ora 16,30.

În dimineaţa următoare (25 septembrie), mişcarea aceluiaşi cotiledon a fost înregistrată din nou, în acelaşi fel, timp de 24 de ore, şi o copie după desen este arătată aici (fig. 25). Dimineaţa era rece şi fereastra fusese lăsată, din întîmplare, deschisă pentru scurt timp, ceea ce trebuie să fi dăunat plantei; şi probabil că aceasta a împiedicat-o să se mişte tot atît de liber ca în ziua precedentă, întrucît ea nu s-a ridicat şi înclinat decît numai de patru ori în timpul zilei, una dintre oscilaţii fiind foarte mică. La ora 7, cînd s-a înregistrat primul punct, cotiledoanele nu erau pe deplin deschise sau deşteptate; ele au continuat să se deschidă pînă aproximativ la ora 9, cînd au coborît puţin sub orizontală; la ora 9,30 ele s-au ridicat şi apoi au oscilat în sus şi în jos; însă liniile ascendente şi descendente niciodată nu au coincis pe deplin. Cam pe la ora 16,30 a început marea ridicare nocturnă. În dimineaţa următoare (26 septembrie), la ora 7, cotiledoanele erau aproape la acelaşi nivel ca în dimineaţa precedentă, după cum se vede în diagramă; ele au început atunci să se deschidă sau să se încline în modul obişnuit. Diagrama ne face să credem că ridicarea şi înclinarea zilnic ample, periodice, nu se deosebeau în mod esenţial de oscilaţiile din mijlocul zilei, decît numai prin amplitudine.

[1] Seminţe ale acestei plante care creştea lîngă malul mării ne-au fost trimise de Fritz Müller din sudul Braziliei. La noi, plantulele nu au prosperat sau înflorit bine; ele au fost trimise la Kew, unde s-a stabilit că nu se distingeau de *Cassia tora*.

Lotus jacobaeus (*Leguminosae*). — După primele zile de viață, cotiledoanele acestei plante se ridică noaptea, așa încît ajung să stea aproape vertical (cu toate că rareori complet). Ele continuă să acționeze în acest fel mult timp, chiar după dezvoltarea cîtorva dintre frunzele veritabile. La plantule înalte de 7,5 cm și purtînd 5 — 6 frunze, ele s-au ridicat noaptea cu circa 45°. Ele au continuat să acționeze în acest fel timp de încă două săptămîni. Ulterior, noaptea, ele au rămas orizontale, cu toate că erau încă verzi, iar pînă la sfîrșit au căzut. Ridicarea lor noaptea pentru a ajunge aproape verticale pare să depindă în mare măsură de temperatură, deoarece, atunci cînd plantulele au fost ținute într-o casă răcoroasă, cu toate că mai continuau încă să crească, cotiledoanele n-au mai devenit verticale în cursul nopții. Este de remarcat faptul că în general cotiledoanele nu se ridică noaptea într-o măsură evidentă în timpul primelor patru sau cinci zile după germinație ; au fost urmărite multe plantule în această perioadă, care s-a arătat extrem de variabilă la plantulele ținute în aceleași condiții. De cotiledoanele (late de 0,5 mm) a două plantule, în vîrstă de numai 24 de ore au fost fixate triunghiuri foarte mici de hîrtie prinse cu fire subțiri de sticlă, iar hipocotilul a fost legat de un bețișor ; mișcările lor, mult mărite, au fost înregistrate ; și ele au circumnutat cu siguranță tot timpul pe o scară mică, însă nu au prezentat nici o mișcare nocturnă sau diurnă distinctă. Atunci cînd au fost lăsate libere, hipocotilele în circumnutația lor au acoperit un spațiu mai larg.

Mișcările unei alte plantule mult mai bătrîne, avînd o frunză pe jumătate dezvoltată, au fost înregistrate în același fel în decursul primelor trei zile și nopți din iunie ; însă la această vîrstă plantulele par să fie foarte sensibile la lipsa de lumină ; ele au fost observate la o lumină relativ slabă venind de la un luminator, la o temperatură între 16 și 17,5°C ; se pare că, în urma acestor condiții, marea mișcare zilnică a cotiledoanelor a încetat a treia zi. În decursul primelor două zile, ele au început să se ridice, devreme după-amiază, în linie aproape dreaptă, pînă către orele 18 și 19, cînd stăteau vertical. În timpul ultimei părți a nopții, sau mai probabil de vreme dimineața, ele au început să se încline sau să se deschidă, așa încît la ora 6,45 erau pe deplin desfăcute și orizontale. Cîtva timp ele au continuat să se încline încet, iar în decursul celei de-a doua zile au descris o singură elipsă mică, între orele 9 și 14, în afară de marea mișcare diurnă. Mersul urmat în timpul celor 24 de ore de observație a fost mult mai puțin complex decît în cazul precedent la *Cassia*. În a treia dimineață, ele s-au înclinat foarte mult, iar apoi au circumnutat pe scară mică în jurul aceluiași punct, iar la ora 20,20 ele nu prezentau nici o tendință de a se ridica noaptea. Și nici cotiledoanele vreuneia din multele plantule din același ghiveci nu s-au ridicat ; la fel a fost și în noaptea următoare, [a zilei de] 5 iunie. Pînă la urmă ghiveciul a fost dus înapoi în seră, unde a fost expus la soare, și în noaptea următoare toate cotiledoanele s-au ridicat din nou, formînd un unghi mare, dar nu au ajuns să stea complet vertical. În fiecare din zilele de mai sus, linia reprezentînd marea ridicare nocturnă nu a coincis cu cea a marii înclinări diurne, așa încît au fost descrise elipse înguste, după cum este regula la organele circumnutate. Cotiledoanele sînt prevăzute cu un pulvin, a cărui dezvoltare va fi descrisă ulterior.

Mimosa pudica (*Leguminosae*). — Noaptea, cotiledoanele se ridică vertical în sus pentru a se închide împreună. Două plantule au fost observate în seară (la temperatura de 16 — 17°C). Hipocotilele lor au fost legate de bețe și s-au fixat fire subțiri de sticlă, prinse cu mici triunghiuri de hîrtie, de cotiledoanele lor. Mișcările firelor au fost înregistrate la 13 noiembrie pe o placă de sticlă verticală, timp de 24 de ore. Ghiveciul stătuse cîtva timp în aceeași poziție și plantele erau luminate mai ales printr-un luminator de sticlă, situat în acoperiș. Dimineața, cotiledoanele uneia dintre aceste plantule s-au mișcat în jos pînă la ora 11,30, iar apoi s-au ridicat, mișcîndu-se seara rapid pînă ce au ajuns verticale, așa încît în acest caz nu au existat decît o mare ridicare de înclinare zilnică. Cealaltă plantulă s-a comportat oarecum diferit, deoarece în cursul dimineții ea s-a înclinat pînă la ora 11,30, iar apoi s-a ridicat, însă după ora 20,10 s-a înclinat din nou ; marea ridicare de seară nu a început decît la ora 13,22. La ora 8,15 în dimineața următoare, acest cotiledon se aplecase foarte mult față de poziția sa verticală [anterioară]. Alte două plantule (una în vîrstă de 7 și cealaltă de 8 zile) fuseseră observate anterior în condiții nefavorabile, deoarece fuseseră aduse într-o cameră și așezate în fața unei ferestre spre nord-est, unde temperatura nu era decît între 13 și 14°C. De altfel, ele au trebuit să fie apărate de lumina laterală și poate că nici nu erau suficient luminate. În aceste condiții, cotiledoanele s-au mișcat pur și simplu în jos de la ora 7 pînă la ora 14, iar ulterior și în timpul unei bune părți a nopții ele au continuat să se ridice. În dimineața următoare, între orele 7 și 8, ele s-au înclinat din nou ; însă în această a doua zi, precum și într-a treia zi, mișcările au devenit neregulate, iar între orele 15 și 22,30 ele au circumnutat

într-o mică măsură în jurul aceluiaşi punct, însă s-au ridicat noaptea. Totuşi, în noaptea următoare ele s-au ridicat ca de obicei.

Cytisus fragrans (*Leguminosae*). — Nu s-au făcut decît puţine observaţii asupra acestei plante. Hipocotilul a circumnutat într-o măsură considerabilă, însă în mod simplu : timp de două ore într-o direcţie şi apoi mult mai încet înapoi, într-un mers în zig-zag, aproape paralel cu prima linie şi dincolo de punctul de plecare. El s-a mişcat toată noaptea în aceeaşi direcţie însă dimineaţa următoare a început să se întoarcă. Cotiledoanele se mişcau în mod continuu atît în sus şi şi în jos, cît şi lateral, însă noaptea nu se ridicau în sus bătător la ochi.

Lupinus luteus (*Leguminosae*). — S-au observat plantule ale acestei specii pentru că cotiledoanele sînt atît de groase (circa 0,2 cm), încît nu părea probabil ca ele să se miște Observaţiile noastre nu au avut mult succes, deoarece plantulele sînt puternic heliotrope iar circumnutaţia lor nu putea fi observată cu exactitate aproape de o fereastră spre nord-est, cu toate că fuseseră ţinute ziua anterioară în aceeaşi poziţie. O plantulă a fost aşezată apoi în întuneric, cu hipocotilul fixat de un beţişor ; la început, ambele cotiledoane s-au ridicat puţin, iar apoi în restul zilei ele s-au înclinat ; seara, între orele 17 şi 18, ele s-au mişcat foarte încet ; în timpul nopţii, unul a continuat să se încline, iar celălalt s-a ridicat, cu toate că numai puţin. Linia înregistrată nu a fost mult mărită şi, deoarece liniile erau evident în zig-zag, cotiledoanele trebuie să se fi mişcat puţin lateral, adică trebuie să fi circumnutat.

Hipocotilul este relativ gros, de aproximativ 0,3 cm ; totuşi a circumnutat printr-un mers complex, cu toate că într-o mică măsură. Mişcarea unei plantule bătrîne cu două frunze adevărate, parţial dezvoltată, a fost observată în întuneric. Mişcarea a fost mărită de circa 100 de ori, dar, întrucît nu inspira încredere, ea nu a fost redată ; nu poate exista însă îndoială că în timpul zilei hipocotilul s-a mişcat în toate direcţiile, schimbîndu-şi mersul de 19 ori. Distanţa extremă însăşi dintr-o parte într-alta, prin care partea superioară a hipocotilului a trecut în decurs de 14 ore şi 30 min, nu a fost decît de 0,4 mm : uneori, hipocotilul s-a deplasat cu viteza de 0,5 mm pe oră.

Cucurbita ovifera (*Cucurbitaceae*). *Radicula*. — O sămînţă care germinase pe nisip umed a fost astfel fixată, încît radicula uşor curbată, lungă de 1,75 mm, stătea aproape vertical în sus, poziţie în care la început geotropismul ar acţiona cu puţină forţă. Un fir de sticlă a fost fixat aproape de baza ei şi a proeminat într-un unghi de circa 45° deasupra orizontalei. Mersul general urmat în timpul celor 11 ore de observaţie şi în decursul nopţii următoare este arătat în diagrama alăturată (fig. 26) şi era evident datorat geotropismului ; era însă de asemenea clar că radicula circumnuta. În dimineaţa următoare, vîrful se curbase atît de mult în jos, încît, în loc ca firul de sticlă să proemine cu 45° deasupra orizontalei, el era aproape orizontal. O altă sămînţă în curs de germinare a fost răsturnată şi acoperită cu nisip umed, şi un fir de sticlă a fost fixat de radiculă, aşa încît să proemine într-un unghi de circa 50° deasupra orizontalei ; această radiculă era lungă de 8,75 mm şi puţin curbată. Ca şi în cazul anterior, drumul urmat de radiculă era determinat mai ales de geotropism, însă linia înregistrată în decurs de 12 ore şi mărită ca mai înainte exprima puternic mişcarea în zig-zag, indicînd din nou efectuarea circumnutaţiei.

Patru radicule au fost lăsate să crească în jos pe plăci de sticlă înnegrită, înclinate cu 70° faţă de orizontală, în aceleaşi condiţii ca la *Aesculus*, *Phaseolus* şi *Vicia*. Se dau aici

Fig. 26. — *Cucurbita ovifera*. Drumul urmat de o radiculă aplecîndu-se în jos geotropic şi înregistrat pe o placă de sticlă orizontală între orele 11,25 şi 22.25 ; direcţia din timpul nopţii este indicată de linia punctată ; mişcarea bobiţei este mărită de 14 ori.

facsimile (fig.27) a două dintre urmele lor, iar o a treia urmă scurtă era în mod evident aproape tot atît de sinuoasă ca şi cea din *A*. Era de asemenea evident, prin cantitatea mai mică sau mai mare de negru de fum ştearsă de pe plăcile de sticlă, că vîrfurile apăsaseră alternativ pe ele cu mai multă sau mai puţină forţă. De aceea trebuie să fi existat mişcare în cel puţin două planuri situate în unghi drept unul faţă de celălalt. Aceste radicule erau atît de delicate, încît rareori aveau puterea să steargă complet plăcile de sticlă. Una dintre ele dezvoltase cîteva mici rădăcini laterale sau secundare, care proeminau cu cîteva grade sub orizontală ; şi este de fapt important că trei dintre ele au lăsat urme sinuoase distincte pe suprafaţa înnegrită, arătînd fără nici o îndoială că ele circumnutaseră ca şi radicula [rădăcina] princi-

pală sau primară. Urmele erau însă atît de slabe, încît nu au putut fi înregistrate și copiate după ce suprafața înnegrită fusese [stropită] cu fixativ.

Hipocotilul. — O sămînță așezată pe nisip umed a fost fixată puternic prin două sîrmulițe încrucișate și prin propria sa radiculă în creștere. Cotiledoanele încă mai erau închise în interiorul învelișului seminței, și scurtul hipocotil, [situat] între vîrful radiculei și

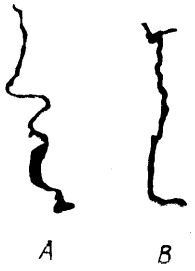


Fig. 27. — *Cucurbita ovifera.* Urme lăsate de vîrfurile radiculelor crescînd în jos pe plăci de sticlă înnegrită, înclinate cu 70° față de orizontală.

cotiledoane, nu era încă decît ușor curbat. Un fir de sticlă (lung de 2,125 cm) a fost fixat, într-un unghi de 35° deasupra orizontalei, de latura arcului alăturată cotiledoanelor. Această parte urma să formeze capătul superior al hipocotilului, după ce acesta ar fi crescut drept în sus. Dacă sămînța ar fi fost plantată corespunzător, la acest stadiu de creștere hipocotilul ar fi trebuit să fie adînc îngropat în pămînt. Mersul urmat de bobița firului de sticlă este arătat în figura 28. Liniile principale ale mișcării de la stînga la dreapta în figură erau para-

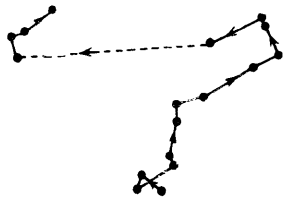


Fig. 28. — *Cucurbita ovifera.* Circumnutația unui hipocotil curbat, la o vîrstă foarte timpurie, înregistrată în întuneric pe o placă orizontală de sticlă de la ora 8 din prima zi pînă la ora 10,20 din ziua următoare; mișcarea bobiței este mărită de 20 de ori și redusă în figură la jumătate din mărimea inițială.

lele cu planul celor două cotiledoane unite și cu cel al seminței turtite; și această mișcare va ajuta la tragerea cotiledoanelor din învelișul seminței în care sînt ținute [în această situație] de o structură specială, care va fi descrisă ulterior. Mișcarea în unghi drept față de liniile de mai sus era datorată faptului că hipocotilul curbat devine și mai curbat pe măsură ce crește în înălțime. Observațiile precedente au fost făcute asupra brațului arcului alăturat cotiledoanelor, însă celălalt braț alăturat radiculei de asemenea a circumnutat la o vîrstă tot atît de timpurie.

În figura 29 este arătată mișcarea aceluiași hipocotil după ce el devenise drept și vertical, iar cotiledoanele erau încă numai parțial desfăcute. Drumul urmat în decurs de 12 ore pare să reprezinte 4 ½ elipse sau ovale, prima elipsă avînd axa mai lungă aproape în unghi drept

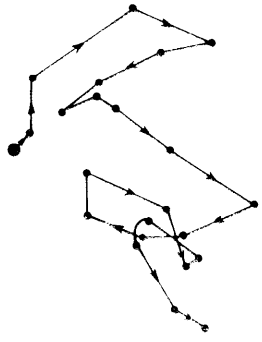


Fig. 29. — *Cucurbita ovifera.* Circumnutația unui hipocotil drept și vertical, la care firul de sticlă este fixat de-a curmezișul capătului superior al hipocotilului; mișcare înregistrată în întuneric pe o placă de sticlă orizontală de la ora 8,30 pînă la ora 20,30; mișcarea bobiței terminale inițial mărită de circa 18 ori aici redată la o mărime de 4½ ori.

față de cea a celorlalte. Axele lungi ale tuturor elipselor erau oblice față de o linie care unea cotiledoanele opuse. Distanța extremă însăși, dintr-o parte într-alta, pe care a străbătut-o în decurs de 12 ore vîrful hipocotilului înalt, a fost de 7 mm. Figura inițială a fost înregistrată

la o scară mare şi, din cauza oblicităţii liniei vizuale, părţile exterioare ale diagramei sînt mult exagerate.

Cotiledoanele. — În două cazuri mişcările cotiledoanelor au fost înregistrate pe plăci de sticlă verticale, şi, deoarece liniile ascendente şi descendente nu au coincis întocmai, s-au format elipse foarte înguste; de aceea ele circumnutau. Cînd sînt tinere, ele se ridică noaptea vertical în sus, însă vîrfurile rămîn întotdeauna răsfrînte; în dimineaţa următoare ele se înclină din nou în jos. La o plantulă ţinută în întuneric complet, cotiledoanele s-au mişcat în acelaşi fel, deoarece ele s-au înclinat de la ora 8,45 pînă la ora 16,30 şi apoi au început să se ridice, rămînînd strîns închise pînă la ora 22, cînd au fost observate pentru ultima dată. În dimineaţa următoare, la ora 7, cotiledoanele erau tot atît de mult desfăcute ca şi la orice oră din ziua precedentă. Cotiledoanele unei alte plantule tinere, expuse la lumină, erau pe deplin desfăcute pentru prima dată într-o anumită zi; au fost găsite însă complet închise în dimineaţa următoare la ora 7. Curînd cotiledoanele au început să se desfacă din nou şi au continuat aceasta pînă pe la ora 17; cînd, la ora 22,30, ele au început iar să se ridice, stăteau vertical şi erau aproape complet închise. În a treia dimineaţă, la ora 7, cotiledoanele erau aproape verticale şi s-au desfăcut din nou în timpul zilei; în a patra dimineaţă ele nu erau închise, totuşi s-au deschis puţin în cursul zilei şi s-au ridicat în noaptea următoare. În acest timp începuse să se dezvolte o foarte mică frunză adevărată. Unei alte plantule, mai bătrînă, avînd o frunză bine dezvoltată, i s-a fixat pe unul din cotiledoane (lung de 2,125 cm) un fir rigid şi ascuţit de sticlă; cotiledonul şi-a înregistrat propriile mişcări pe hîrtia înnegrită a unui cilindru de înregistrare. Observaţiile au fost făcute în seara în care trăise planta, aşa încît aceasta nu a suferit nici o modificare de temperatură sau lumină. Înregistrarea a început la 18 februarie, ora 11; de la această oră pînă la ora 15, cotiledonul s-a înclinat; el s-a ridicat apoi rapid pînă la ora 21, iar după aceea s-a ridicat treptat pînă la 19 februarie, ora 3, după care s-a înclinat treptat pînă la ora 16,30; însă mişcarea descendentă a fost întreruptă de o uşoară ridicare sau oscilaţie pe la ora 13,30. După ora 16,30 (19 februarie), cotiledonul s-a ridicat pînă la ora 1 (în noaptea de 20 februarie) şi apoi s-a înclinat treptat pînă la ora 9,30, cînd observaţiile noastre au încetat. Mişcarea a fost mai mare la 18 februarie decît în ziua de 19 sau decît în dimineaţa zilei de 20 februarie.

Cucurbita aurantia. — Un hipocotil curbat a fost găsit îngropat puţin sub suprafaţa solului; cele două braţe ale arcului hipocotilului au fost legate împreună pentru a-l împiedica să se îndrepte rapid atunci cînd s-ar elibera de presiunea înconjurătoare a solului. Sămînţa a fost apoi uşor acoperită cu pămînt afînat umed. Un fir de sticlă cu o bobiţă la capăt a fost fixat de braţul bazal. Mişcările fluidului au fost observate timp de două zile în modul obişnuit. În prima zi, arcul s-a mişcat către faţa laterală a braţului bazal, executînd o linie în zigzag. Ziua următoare, cînd cotiledoanele pendente reuşiseră să fie scoase la suprafaţa solului, arcul legat al hipocotilului şi-a schimbat foarte mult mersul, de nouă ori în decurs de 14 ore şi 30 min. El a descris o figură mare circulară, extrem de neregulată, revenind noaptea la aproape acelaşi punct de unde pornise dis-de-dimineaţă. Linia forma un zigzag atît de puternic, încît părea să reprezinte cinci elipse cu axele lor lungi îndreptate în diferite direcţii. În mişcarea lor periodică, cotiledoanele celor mai multe plantule tinere au descris împreună, la ora 16, un unghi de circa 60°, iar la ora 22 părţile inferioare ale cotiledoanelor stăteau vertical şi erau în contact una cu alta; totuşi, cum se vede de obicei la acest gen, vîrful cotiledoanelor era permanent răsfrînt. În dimineaţa următoare, la ora 7, aceste cotiledoane erau din nou bine desfăcute.

Lagenaria vulgaris (var. „ploscă în miniatură")**** (*Cucurbitaceae*). — O plantulă la care numai mişcările au fost observate şi-a deschis puţin cotiledoanele la 27 iunie, închizîndule noaptea; în ziua următoare la prînz (28 iunie), cotiledoanele formau un unghi de 53°, iar la ora 22 ele erau în contact strîns unul cu altul, aşa încît fiecare se ridicase cu 26,5°. La 29 iunie, la amiază, cotiledoanele formau un unghi de 118°, iar la ora 22 un unghi de 54°, aşa încît fiecare se ridicase cu 32°. În ziua următoare, cotiledoanele erau şi mai mult deschise, iar ridicarea nocturnă a fost amplă, însă unghiurile formate nu au fost măsurate. Alte două plantule au fost observate şi în decurs de trei zile s-au comportat într-un mod foarte asemănător. Cotiledoanele s-au deschis din ce în ce mai mult în fiecare din zilele care s-au succedat şi s-au ridicat în fiecare noapte cu aproximativ 30°; în consecinţă, în cursul primelor două nopţi ale vieţii lor, cotiledoanele au stat vertical şi au venit în contact.

**** În original: „miniature bottle-gourd" (*N. trad.*).

Pentru a stabili mai precis natura acestor mișcări, hipocotilul unei plantule cu cotiledoanele bine desfăcute a fost legat de un beţișor, iar un fir de sticlă cu triunghiuri de hîrtie a fost fixat de unul dintre cotiledoane. Observaţiile au fost făcute la lumină relativ slabă a unui luminator, iar temperatura a fost tot timpul între 17,5 și 18°C. Dacă temperatura ar fi fost mai ridicată și lumina mai vie, mișcările ar fi fost probabil mai mari. La 11 iulie (fig. 30), cotiledonul s-a înclinat de la ora 7,35 pînă la ora 10 ; ulterior, el s-a ridicat (rapid după ora 16)

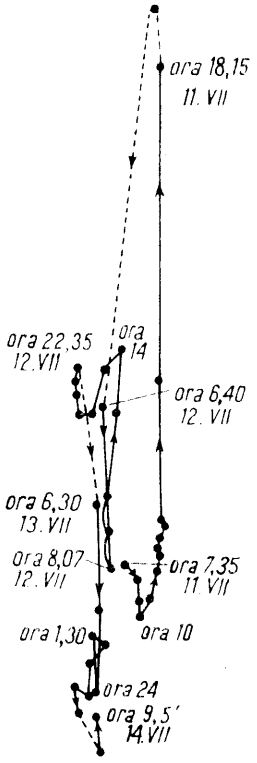


Fig. 30. — *Lagenaria vulgaris*. Circumnutaţia unui cotiledon lung de 3,75 cm ; vîrful este situat la 11,875 cm de placa verticală de sticlă pe care au fost înregistrate mișcările de la 11 iulie, ora 7,35, pînă la 14 iulie, ora 9,5 ; figura de mai sus redusă la o treime din mărimea inițială.

pînă ce a devenit complet vertical la ora 20,40. În decursul primelor ore ale dimineţii următoare (12 iulie), cotiledonul s-a înclinat și a continuat să se încline pînă la ora 8, după care s-a ridicat, apoi s-a înclinat, pentru a se ridica din nou, așa încît la ora 22,35 era mult mai sus decît dimineaţa, dar nu devenise încă vertical ca în noaptea precedentă. Timpuriu în dimineaţa următoare și toată ziua de 13 iulie, cotiledonul s-a înclinat și a circumnutat, însă nu se ridicase cînd a fost observat seara tîrziu, probabil datorită lipsei de căldură sau de lumină sau ambelor. Vedem astfel că cotiledoanele, cu fiecare zi ce trecea, au devenit mult mai larg deschise la amiază și că în fiecare noapte ele s-au ridicat foarte mult, nemaiatingînd totuși o poziţie verticală, așa cum s-a întîmplat în primele două nopţi.

Cucumis dudaim (*Cucurbitaceae*). — Două plantule și-au deschis cotiledoanele pentru prima dată în timpul zilei, unul pînă la 90°, iar celălalt ceva mai mult ; ele au rămas în aproape aceeași poziţie pînă la ora 22,40, însă pînă la ora 7 a dimineţii următoare cotiledoanele plantei, care se deschiseseră pînă la 90°, au devenit verticale și s-au închis complet ; la cealaltă plantulă ele erau aproape închise. Dimineaţa, mai tîrziu, cotiledoanele s-au deschis în mod obișnuit. Se pare de aceea că la această plantă cotiledoanele se închid și se deschid la perioade întrucîtva diferite de cele ale speciilor menţionate mai înainte ale genurilor înrudite de *Cucurbita* și *Lagenaria*.

Opuntia basilaris (*Cacteae*). — O plantulă a fost observată cu grijă, deoarece, avînd în vedere aspectul și natura plantei mature, părea foarte puţin probabil ca hipocotilul sau cotiledoanele să circumnuteze într-o măsură apreciabilă. Cotiledoanele erau bine dezvoltate, fiind lungi de 2,25 cm, late de 0,55 cm și groase de 2,625 cm. Hipocotilul, aproape cilindric, avea la vîrf un mugure spinos ; el era înalt de 1,125 cm, cu diametrul de 0,475 cm. Desenul

înregistrat (fig. 31) arată mişcarea combinată a hipocotilului şi a unuia dintre cotiledoane de la 28 mai, ora 16,45, pînă la 31 mai, ora 11. La 29 mai o elipsă aproape perfectă a fost completată. La 30 mai, hipocotilul s-a mişcat în zigzag în aceeaşi direcţie generală; dintr-o cauză necunoscută însă, între orele 16,30 şi 22, el a completat aproape o a doua mică elipsă. Cotiledoanele nu se mişcă decît puţin în sus şi în jos, astfel că la ora 22,15 nu erau decît

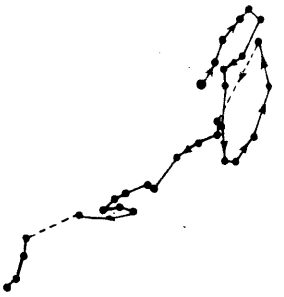


Fig. 31. — *Opuntia basilaris*. Circumnutaţia combinată a hipocotilului care a fost fixat longitudinal de cotiledon; mişcarea a fost înregistrată timp de 66 de ore pe o placă de sticlă orizontală; mişcarea bobiţei terminale este mărită de circa 30 de ori; aici a fost redusă la o treime din scară; plantula ţinută în seră, slab luminată de sus.

cu 10° mai sus decît la prînz. De aceea, ca în cazul de faţă, cel puţin atunci cînd cotiledoanele sînt relativ bătrîne, sediul principal al mişcării este situat în hipocotil. Elipsa descrisă în ziua de 29 mai avea axa mai lungă îndreptată aproape în unghi drept faţă de linia care uneşte cele două cotiledoane. Mişcarea însăşi a bobiţei de la capătul firului de sticlă a fost de aproximativ 0,35 cm, atît cît s-a putut constata.

Helianthus annuus (*Compositae*). — Partea superioară a hipocotilului s-a mişcat în timpul zilei pe drumul arătat în figura 32.

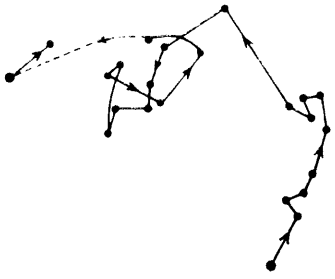


Fig. 32. — *Helianthus annuus*. Circumnutaţia hipocotilului; firul de sticlă a fost fixat de-a curmezişul vîrfului; mişcare înregistrată în întuneric pe o placă de sticlă orizontală, de la ora 8,45 pînă la ora 22,45 şi timp de o oră în dimineaţa următoare; mişcarea bobiţei este mărită de 21 de ori; aici redusă la jumătate din mărimea iniţială.

Deoarece linia merge în diferite direcţii, încrucişîndu-se de mai multe ori, mişcarea poate fi considerată ca una de circumnutaţie. Distanţa extremă parcursă a fost cel puţin de 0,25 cm. Au fost observate mişcările cotiledoanelor celor două plantule; una din plantule a fost aşezată în faţa unei ferestre dinspre nord-est, iar cealaltă a fost atît de slab luminată de sus, încît era aproape în întuneric. Cotiledoanele au continuat să se încline pînă aproape de amiază, cînd au început să se ridice, însă între orele 17 şi 19 sau 20 ele s-au înclinat puţin ori s-au mişcat lateral, pentru ca ulterior să înceapă iarăşi să se ridice. La ora 7 în dimineaţa următoare, cotiledoanele plantulei din faţa ferestrei dinspre nord-est se deschiseseră atît de puţin, încît formau un unghi de 73° deasupra orizontalei [şi pe urmă] nu au mai fost observate. Cotiledoanele plantulei care fusese ţinută în întuneric aproape complet, s-au înclinat în cursul întregii zilei, fără să se mai ridice spre amiază, însă ele s-au ridicat noaptea. În ziua a treia şi a patra, cotiledoanele au continuat să se încline, fără să execute o mişcare ascendentă alternativă, ceea ce se datora, fără îndoială, lipsei de lumină.

Primula sinensis (*Primulaceae*). — O plantulă de primulă a fost aşezată cu cele două cotiledoane paralele la o fereastră dinspre nord-est într-o zi cînd lumina era aproape uniformă; un fir de sticlă a fost fixat de unul din cotiledoane. Din observaţiile făcute ulterior asupra unei alte plantule cu tulpina legată de un beţişor [se poate deduce că] cea mai mare parte a mişcării arătate în figura alăturată (fig. 33) trebuie să fi fost dată de mişcarea hipocotilului, cu toate că, desigur, cotiledoanele, într-o oarecare măsură, s-au mişcat în sus şi în jos atît în timpul zilei, cît şi al nopţii. Mişcările aceleiaşi plantule au fost înregistrate în ziua următoare cu aproape acelaşi rezultat; şi nu poate exista îndoială asupra circumnutaţiei hipocotilului.

Cyclamen persicum (*Primulaceae*). — Se presupune în general că această plantă nu produce decît un singur cotiledon, însă dr. H. Gressner [2] a arătat că un al doilea se dezvoltă după un lung interval de timp. Hipocotilul este transformat într-un tubercul sferic chiar înainte ca primul cotiledon să fi ieșit din pămînt cu limbul său foliar strîns învelit și cu pețiolul în formă de arc, ca și hipocotilul sau epicotilul curbat al unei plante dicotiledonate obișnuite. Un fir de sticlă a fost fixat de un cotiledon, înalt de 1,375 cm,

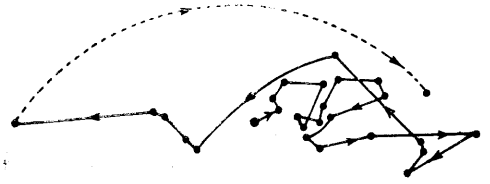


Fig. 33. — *Primula sinensis*. Circumnutația combinată a hipocotilului și cotiledonului, înregistrată pe o placă de sticlă așezată vertical, de la ora 8,40 pînă la ora 22,45; mișcările bobiței au fost mărite de aproximativ 26 de ori.

al cărui pețiol se îndreptase și stătea aproape, vertical, însă cu limbul foliar încă nu pe deplin deschis. Mișcările sale au fost înregistrate timp de 24 de ore și 30 min pe o placă de sticlă orizontală și mărite de 50 de ori, descriind în acest interval două mici cercuri neregulate; deci cotiledonul circumnutează, cu toate că [amplitudinea mișcării era] extrem de mică.

Stapelia sarpedon (*Asclepiadeae*). Planta matură seamănă cu un cactus. Hipocotilul turtit al plantulei este cărnos, mărit în partea sa superioară și are două cotiledoane rudimentare. Hipocotilul străbate prin pămînt avînd o formă curbată, cu cotiledoanele rudimentare închise sau în contact unul cu altul. Un fir de sticlă a fost fixat aproape vertical de hipocotilul unei plantule înalte de 1,25 cm, și mișcările firului au fost înregistrate timp de 50 de ore pe o placă de sticlă orizontală (fig. 34). Dintr-o cauză necunoscută firul s-a aplecat pe

Fig. 34. — *Stapelia sarpedon*. Circumnutația hipocotilului, luminat de sus, înregistrată pe o placă de sticlă așezată orizontal, de la 26 mai, ora 6,45, pînă la 28 mai, ora 8,45; temperatura 23—24°C; mișcarea bobiței este mărită de 21 de ori.

o parte și, deoarece aceasta s-a efectuat printr-un mers în zigzag, probabil că hipocotilul a circumnutat; însă la nici o altă plantulă observată de noi această mișcare nu a fost atît de neclară.

Ipomoea coerulea sau *Pharbitis nil* (*Convolvulaceae*). — S-au făcut observații asupra plantulelor acestei specii deoarece este volubilă. Internodiile superioare circumnutează în mod evident, însă, ca și alte plante volubile, primele cîteva internodii care se ridică la suprafața solului sînt destul de rigide pentru a se susține singure și de aceea nu circumnutează într-un mod ușor de recunoscut[3]. În acest caz special, al cincilea internod (inclusiv hipocotilul) a fost primul care a circumnutat vizibil și s-a încolăcit în jurul unui bețișor. [De aceea], noi doream să aflăm dacă circumnutația hipocotilului putea fi observată în cazul cînd era atent urmărită [cu ajutorul] modului nostru obișnuit de studiere. [De aceea], două plantule au fost ținute în întuneric, fixate cu fire de sticlă prinse de partea superioară a hipocotilelor; însă, din cauze care nu trebuie explicate, mișcările nu le-au fost înregistrate decît scurt timp.

Hipocotilul uneia s-a mișcat de trei ori înainte și de două ori înapoi, în direcții aproape opuse în decurs de 3 ore și 15 min, iar hipocotilul celeilalte s-a mișcat de două ori înainte și de două ori înapoi în 2 ore și 22 min. Hipocotilul a circumnutat deci cu o viteză remarcabil de rapidă. Se poate adăuga aici că un fir de sticlă a fost fixat transversal de vîrful celui de-al doilea internod deasupra cotiledoanelor unei mici plante, înaltă de 8,75 cm, și mișcările lui au fost înregistrate pe o placă de sticlă orizontală. Internodul a circumnutat și distanța exactă parcursă dintr-o parte într-alta a fost de 0,625 cm, distanță prea mică pentru a fi percepută fără ajutorul semnelor.

[2] „Bot. Zeitung", 1874, p. 837.

[3] Vezi *Movements and Habits of Climbing Plants*, 1875, p. 33.

Mişcările cotiledoanelor sînt interesante şi din alte puncte de vedere pentru complexitatea şi rapiditatea lor. Hipocotilul (înalt de 5 cm) al unei plantule viguroase a fost legat de un beţişor, iar un fir de sticlă cu triunghiuri de hîrtie a fost fixat de unul dintre cotiledoane. Această plantă a fost ţinută toată ziua în seră şi la ora 16,20 (20 iunie) a fost aşezată în casă sub un luminator şi observată ocazional în timpul serii şi al nopţii. Ea s-a înclinat într-o măsură moderată de la ora 16,20 pînă la ora 22,15, [trasînd] o linie puţin în zigzag. Cînd a fost examinată puţin după miezul nopţii (ora 0,30), hipocotilul se ridicase foarte puţin, apoi s-a ridicat foarte mult pînă la ora 3,45. Cînd a fost iarăşi examinată la ora 6,10 (21 iunie), hipocotilul se înclinase foarte mult. Atunci un nou desen a fost început (fig. 35) şi curînd după aceea, la ora 6,42, cotiledonul s-a ridicat puţin. În decursul dimineţii a fost observat cam la fiecare oră; însă între orele 12,30 şi 18 el a fost observat la fiecare jumătate de oră. Dacă observaţiile s-ar fi făcut la aceste intervale scurte în tot cursul zilei, figura ar fi fost prea complicată pentru a putea fi copiată. Cotiledonul s-a mişcat de 13 ori în sus şi în jos în decurs de 16 ore şi 20 min (adică între orele 6,10 şi 22,30).

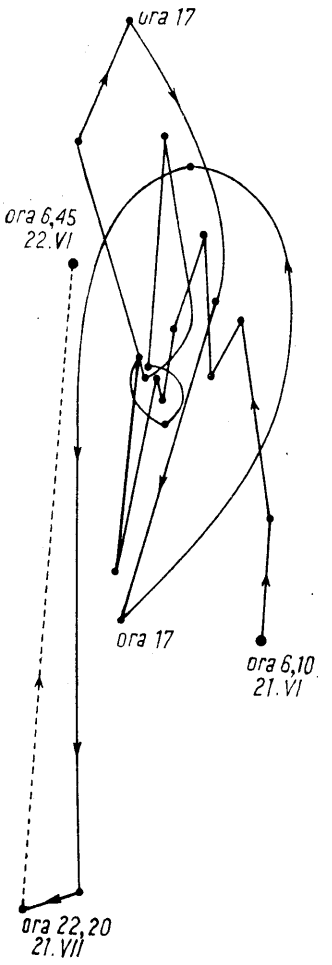


Fig. 35. — *Ipomoea coerulea*. Circumnutaţia cotiledonului, înregistrată pe o placă de sticlă aşezată vertical, de la 21 iunie, ora 6,10, pînă la 22 iunie, ora 6,45; cotiledonul era un peţiol lung de 4 cm; vîrful limbului era la 10,25 cm de placa de sticlă verticală, astfel încît mişcarea nu a fost mult mărită; temperatura a fost de 20°C.

Cotiledoanele acestei plantule s-au înclinat în jos atît seara, cît şi în prima parte a nopţii, însă s-au ridicat în ultima parte a nopţii. Deoarece aceasta este o mişcare neobişnuită, s-au [făcut] observaţii asupra cotiledoanelor altor 12 plantule; la prînz, ele erau aproape orizontale sau complet orizontale şi la ora 22 erau toate aplecate sub diferite unghiuri. Unghiul cel mai obişnuit de înclinare avea între 30 şi 35°; trei erau însă de circa 50°, iar unul chiar de 70° sub orizontală. Limbul tuturor acestor cotiledoane atinsese aproape mărimea deplină, adică lungimea de 2,5—3,75 cm, măsurată după nervura sa mediană. Este remarcabil faptul că, atîta timp cît cotiledoanele sînt tinere, adică atunci cînd lungimea lor este mai mică de 1,25 cm, studierea lor ne arată că seara ele nu se înclină în jos. De aceea, greutatea lor, deosebit de mare cînd sînt aproape pe deplin dezvoltate, intră în joc determinînd iniţial mişcarea descendentă. Periodicitatea mişcării plantulelor este mult influenţată de gradul de lumină [primită] în timpul zilei, deoarece trei plantule ţinute într-un loc întunecos au început să se încline pe la amiază, în loc să se încline seara, iar cotiledoanele unei plantule ţinute la fel în întuneric timp de două zile au fost aproape paralizate. Cotiledoanele mai multor specii de *Ipomoea* se curbează de asemenea în jos seara tîrziu.

Cerinthe major (*Borragineae*). — Circumnutaţia hipocotilului unei plantule tinere cu cotiledoanele de-abia desfăcute este arătată în figura alăturată (fig. 36), care pare să reprezinte patru sau cinci elipse neregulate, descrise în puţin mai mult de 12 ore. Au fost observate, de asemenea, două plantule mai bătrîne, atît numai că una din ele a fost ţinută în întuneric, dar hipocotilul ei a circumnutat, însă într-un mod mai simplu. Cotiledoanele plantulei expuse la lumină s-au curbat dis-de-dimineaţă şi puţin timp după ora amiezii, iar pe urmă au continuat să se ridice pînă la ora 22,30 sau şi după această oră. Cotiledoanele aceleiaşi plantule au acţionat în general în acelaşi fel în cursul următoarelor două zile. Anterior, plantula fusese încercată la întuneric timp de numai o oră şi 40 min, şi, după ce fusese ţinută astfel, cotiledoanele au început să se curbeze de la ora 16,30, în loc de a continua să se ridice pînă noaptea tîrziu.

Nolana prostrata (*Nolaneae*). — Mişcările nu au fost înregistrate, însă un ghiveci cu plantule, care fusese ţinut la întuneric timp de o oră, a fost urmărit la microscopul cu ocular micrometric, la care fiecare diviziune era egală cu 0,05 mm. Vîrful unuia dintre cotiledoane a depăşit puţin oblic patru diviziuni în 13 min; de asemenea, după cum se

vede, el s-a curbat ieșind din focar. Plantulele au fost puse din nou la întuneric pentru o oră, și atunci vîrful cotiledonului a parcurs două diviziuni în 6 min și 18 secunde, adică s-a mișcat cu aproape aceeași viteză ca mai înainte. După un alt interval de timp, vîrful cotiledonului menținut o oră în întuneric a parcurs mai mult de două diviziuni în 4 min și 15 secunde, deci s-a mișcat cu o viteză mai mare decît înainte. După-amiază, după un inter-

Fig. 36.—*Cerinthe major.* Circumnutația hipocotilului, cu un filament fixat de-a curmezișul vîrfului lui, luminat de sus, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, la 25 octombrie, între orele 9,26 și 21,53; mișcarea bobiței este mărită de 30 de ori, redusă aici la o treime din scara inițială.

val mai lung de ținere a plantulei în întuneric, vîrful cotiledonului a rămas nemișcat, însă după cîtva timp a reînceput să se miște încet; poate fiindcă camera era prea rece. Judecînd după cazurile anterioare, nu poate exista aproape nici o îndoială că această plantulă a circumnutat.

Solanum lycopersicum (*Solaneae*). — Mișcările hipocotilelor celor două plantule de tomate au fost observate timp de 7 ore și nu încape îndoială că ambele circumnutau. Plantulele erau luminate de sus, însă din întîmplare a intrat puțină lumină și dintr-o parte și în figura alăturată (fig. 37) se poate vedea că hipocotilul s-a mișcat de această parte (partea de sus a figurii), descriind mici cercuri și zigzaguri în mersul său. Mișcările cotiledoanelor au fost de asemenea înregistrate pe plăci de sticlă verticale și orizontale; unghiurile lor față de orizontală au fost de asemenea măsurate la diferite ore. Ele s-au curbat de la ora 8,30 (17 octombrie) pînă la amiază, apoi s-au mișcat lateral în zigzag și pe la ora 16 au început să se ridice. Hipocotilul a continuat să se ridice pînă la ora 22,30, cînd stătea vertical și dormea. Nu s-a stabilit la ce oră din noapte sau dacă el a început să se curbeze dis-de-dimineață. Datorită

Fig. 37. — *Solanum lycopersicum.* Circumnutația hipocotilului, cu firul de sticlă fixat de-a curmezișul vîrfului lui, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, la 24 octombrie, de la ora 10 pînă la ora 17; plantula era luminată oblic de sus; mișcarea bobiței a fost mărită aproximativ de 35 de ori, iar în figură ea a fost redusă la o treime din mărimea inițială.

mișcării laterale, scurt timp înaintea prînzului liniile ascendente și descendente nu au coincis și au descris elipse neregulate la fiecare 24 de ore. Periodicitatea regulată a acestor mișcări dispare după cum vom vedea ulterior, dacă plantulele sînt ținute la întuneric.

Solanum palinacanthum.— Au fost observate mai multe hipocotile curbate, ridicate cu aproape 0,5 cm deasupra solului, însă cu cotiledoanele încă îngropate în pămînt și liniile înregistrate au arătat că hipocotilele circumnutau. De altfel în mai multe cazuri, în nisipul argilos care înconjura hipocotilele curbate erau vizibile mici spații circulare deschise sau crăpături, care păreau că se datoresc faptului că hipocotilele, pe cînd creșteau în sus, s-au curbat mai întîi de o parte iar apoi de alta. În două cazuri s-a observat cum arcurile verticale ale hipocotilului s-au mișcat la o distanță foarte mare îndărătul punctului unde erau îngropate cotiledoanele; această mișcare, care a fost observată în alte cîteva cazuri și care pare să ajute la extragerea cotiledoanelor din învelișul semințelor îngropate, se datorește începutului îndreptării hipocotilului. Pentru a împiedica această ultimă mișcare, cele două brațe ale arcu-

lui hipocotilului, al cărui vîrf era la nivelul suprafeţei solului, au fost legate împreună, iar mai înainte pămîntul a fost îndepărtat de jur împrejur pînă la o adîncime mică. În aceste condiţii nenaturale, mişcarea arcului în curs de 47 de ore este arătată în figura 38.

Cotiledoanele unor plantule din seră erau orizontale pe la amiaza zilei de 13 decembrie, iar la ora 22 ele se ridicaseră formînd un unghi de 27° deasupra orizontalei; în dimineaţa

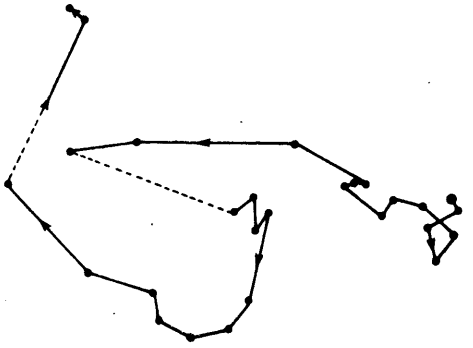


Fig. 38. — *Solanum palinacanthum*. Circumnutaţia unui hipocotil curbat, care tocmai ieşea din pămînt şi care avea cele două braţe legate împreună, a fost înregistrată la întuneric pe o placă de sticlă orizontală, de la 17 decembrie, ora 9,20, pînă la 19 decembrie, ora 8,30; mişcarea bobiţei a fost amplificată de 13 ori, iar firul de sticlă, care era fixat oblic de vîrful arcului, avea o lungime neobişnuită.

următoare, înainte de a se lumina, la ora 7, cotiledoanele se ridicaseră pînă la 59° deasupra orizontalei, iar în după-amiaza aceleiaşi zile ele erau iarăşi orizontale.

Beta vulgaris (*Chenopodiaceae*). Plantulele sînt excesiv de sensibile la lumină, aşa încît, cu toate că în prima zi ele nu au rămas neacoperite decît 2 — 3 min în timpul fiecărei observaţii, toate s-au mişcat în mod constant înspre partea camerei de unde venise lumina, iar schiţa mişcării lor consta numai din linii puţin în zigzag îndreptate spre lumină. Ziua următoare, plantele au fost puse într-o cameră complet întunecată şi în timpul fiecărei observaţii ele au fost luminate pe cît posibil vertical de sus cu o mică lumînare de ceară. Figura alăturată (fig. 39) arată mişcarea hipocotilului timp de nouă ore în aceste condiţii. O a doua plantulă a fost la fel observată, în acelaşi timp, dar liniile înregistrate aveau acelaşi caracter neobişnuit, datorită faptului că hipocotilul se mişca şi revenea, adesea formînd linii aproape paralele. Mişcarea unui al treilea hipocotil s-a deosebit considerabil [de celelalte două].

Ne-am străduit să înregistrăm mişcările cotiledoanelor şi în acest scop s-au ţinut cîteva plantule la întuneric, însă ele s-au mişcat într-un mod anormal; ele au continuat să se ridice

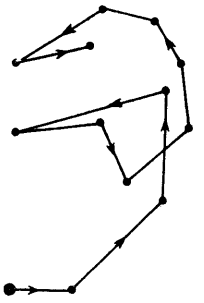


Fig. 39. — *Beta vulgaris*. Circumnutaţia hipocotilului la care firul de sticlă a fost fixat oblic de-a curmezişul vîrfului său; mişcarea a fost înregistrată la întuneric pe o placă de sticlă orizontală la 4 noiembrie, de la ora 8,25 pînă la ora 17,30. Mişcarea cobiţei a fost amplificată de 23 de ori, iar aici ea a fost redusă la o treime din mărimea iniţială.

de la ora 8,45 pînă la ora 14; apoi s-au mişcat lateral, iar între orele 15 şi 18 s-au curbat; în acelaşi timp cotiledoanele, expuse toată ziua la lumină, s-au ridicat seara pentru a sta vertical noaptea; această constatare nu se referă însă decît la plantulele tinere. De exemplu, la şase plantule din seră li s-au deschis parţial cotiledoanele pentru prima dată în dimineaţa zilei de 15 noiembrie, iar la ora 20,45 ele erau toate complet închise, aşa încît se putea spune, pe bună dreptate, că plantele dormeau. De asemenea, în dimineaţa zilei de 27 noiembrie, cotiledoanele altor patru plantule înconjurate ca un guler de hîrtie cafenie, ca să nu primească lumină de sus, s-au deschis formînd un unghi de 39°; la ora 20 ele erau complet închise; în dimineaţa următoare (28 noiembrie), la ora 6,45, cînd afară era încă întuneric, două dintre cotiledoane erau parţial deschise, iar celelalte s-au deschis în cursul dimineţii; însă la ora 22,20 toate cele patru cotiledoane (pentru a nu menţiona alte nouă cotiledoane care se deschiseseră dimineaţa şi alte şase care se deschiseseră cu o altă ocazie) erau iarăşi complet închise.

În dimineața zilei de 29 noiembrie, cotiledoanele erau deschise, însă noaptea numai unul din cele patru era închis, și acesta numai parțial; la celelalte trei [plantule], cotiledoanele erau mult mai ridicate decît în cursul zilei. În noaptea de 30 noiembrie, cotiledoanele celor patru plantule [descrise mai sus] nu erau decît puțin ridicate.

Ricinus borboniensis (*Euphorbiaceae*). — S-au cumpărat semințe sub numele de mai sus, probabil o varietate a ricinului comun. De îndată ce un hipocotil curbat s-a ridicat complet deasupra solului, un fir de sticlă a fost prins de brațul superior, care purta cotiledoanele, încă îngropate în pămînt, iar mișcarea bobiței a fost înregistrată pe o placă de sticlă orizontală timp de 34 de ore. Liniile înregistrate arătau o mișcare în zigzag accentuat și, deoarece bobița s-a întors de două ori înapoi, descriind o mișcare aproape paralelă cu mersul ei anterior, dar mergînd în două direcții diferite, nu există îndoială că hipocotilul curbat a circumnutat. La sfîrșitul celor 34 de ore de observație [am văzut că] partea superioară a hipocotilului a început să se ridice și să se îndrepte, trăgînd cotiledoanele din pămînt, așa încît mișcările bobiței nu au mai putut fi înregistrate pe placa de sticlă.

Quercus (specie americană) (*Cupuliferae*). — Ghinde dintr-un stejar american, care începuseră să încolțească la Kew, au fost plantate într-un ghiveci în seră. Această transplantare le-a oprit creșterea, însă după un timp una a crescut și plantula părea viguroasă, ajungînd pînă la înălțimea de 12,5 cm, măsurată pînă în dreptul micilor frunze din vîrf și care erau numai parțial desfăcute. Plantula era formată din șase internodii foarte subțiri, de lungimi inegale. Avînd în vedere aceste condiții și natura plantei, cu greu ne-am fi putut aștepta ca ea să circumnuteze, însă figura alăturată (fig. 40) arată că de fapt ea circumnutează într-un mod

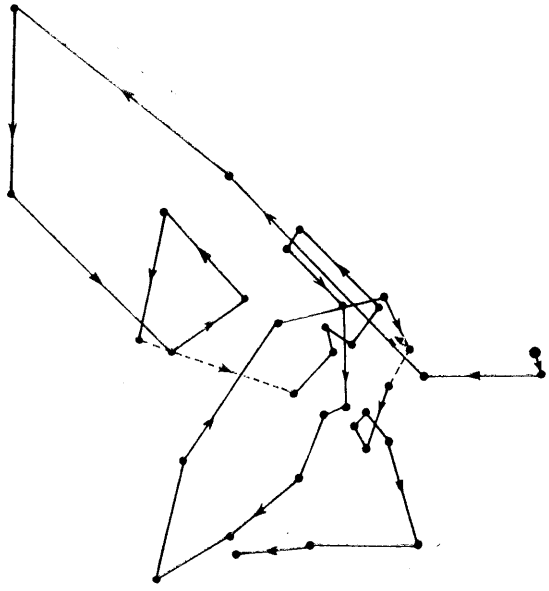


Fig. 40. — *Quercus* (specie americană). Circumnutația unei tulpini tinere, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 22 februarie, ora 12,50, pînă la 24 februarie, ora 12,50; mișcarea bobiței la început mult amplificată, însă puțin către sfîrșitul observației în medie de circa 10 ori.

bătător la ochi, deoarece mișcarea își schimbă [sensul] de mai multe ori, deplasîndu-se în toate direcțiile în decursul celor 48 de ore de observație. Această figură pare să reprezinte cinci sau șase ovale sau elipse neregulate. Mișcarea însăși dintr-o parte într-alta (afară de o mare curbură spre stînga) a fost de circa 0,5 cm; aceasta este greu de apreciat, deoarece datorită creșterii rapide a tulpinii, firul de sticlă fixat de ea era mult mai departe de semnul din josul figurii care marchează sfîrșitul observațiilor decît de cel de la început. Merită notat că ghiveciul a fost așezat într-o cameră către nord-est, într-o cutie adîncă, a cărei parte superioară la început nu a fost acoperită, astfel că interiorul cutiei în partea ei dinspre fereastră era puțin mai luminat decît partea opusă; și în decursul primei dimineți tulpina s-a deplasat la o distanță mai mare în direcția ferestrei (spre stînga, în figură) decît a făcut-o ulterior atunci cînd cutia a fost complet ferită de lumină.

Quercus robur. — Observații au fost făcute numai asupra mișcărilor radiculelor ghindelor în curs de germinare, care au fost lăsate să crească în jos, în modul descris anterior, pe plăci de sticlă înnegrite, înclinate în unghiuri de 65 — 69° față de orizontală. În patru cazuri, urmele lăsate de mișcarea radiculelor erau aproape drepte, însă vîrfurile lor apăsaseră uneori

cu mai multă şi alteori cu mai puţină forţă asupra plăcii de sticlă, după cum se vede din grosimea variabilă a urmelor şi după micile punţi de funingine lăsate de-a curmezişul lor. Într-al cincilea caz, urma era uşor ondulată, adică vîrful se mişcase puţin dintr-o parte într-alta. Într-al şaselea caz (fig. 41, *A*), ea era evident ondulată şi vîrful apăsase aproape egal pe sticlă, pe întregul său parcurs. Într-al şaptelea caz (*B*), vîrful radiculei se mişcase

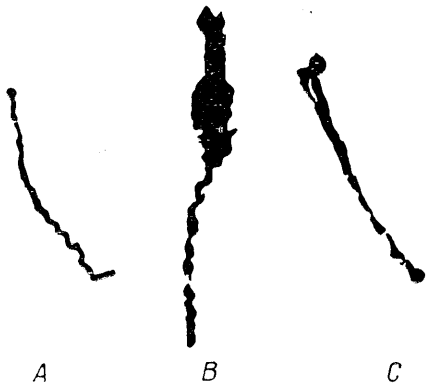


Fig. 41. — *Quercus robur*. Urmele lăsate de plăcile de sticlă afumată, înclinate, de către vîrfurile radiculelor în cursul creşterii lor în jos; plăcile *A* şi *C* sînt înclinate în unghi de 65°, iar placa *B* în unghi de 68° faţă de orizontală.

lateral de ambele părţi şi apăsase alternativ cu forţă inegală pe placa de sticlă, aşa încît ea se mişcase puţin în două planuri [situate] în unghi drept unul faţă de altul. În al optulea — şi ultimul — caz (*C*), ea s-a mişcat foarte puţin lateral, însă alternativ părăsise placa de sticlă şi venise iarăşi în contact cu ea. Nu încape îndoială că în ultimele patru cazuri radicula stejarului circumnutase în timp ce creştea în jos.

Corylus avellana (*Corylaceae*). — Epicotilul iese din pămînt în formă curbată; însă, în cazul primului exemplar examinat, vîrful putrezise, iar epicotilul creştea în pămînt la o oarecare distanţă de vîrf într-o direcţie sinuoasă aproape orizontală, ca o rădăcină. Ca urmare a acestei alterări, epicotilul emisese două lăstare secundare aproape de cotiledoanele hipogee şi este de remarcat faptul că ambele lăstare erau curbate ca şi un epicotil normal în condiţii obişnuite. Pămîntul a fost îndepărtat din jurul unuia dintre aceste lăstare secundare curbate şi un fir de sticlă a fost fixat de braţul bazal. Totul a fost ţinut în stare umedă sub o cutie metalică, avînd un capac de sticlă şi astfel [plantula] nu a fost luminată decît de sus. Se pare că, datorită faptului că presiunea laterală a pămîntului a fost îndepărtată, partea terminală şi curbată în jos a lăstarului a început imediat să se ridice, aşa încît după 24 de ore ea a format un unghi drept cu partea inferioară. Această parte inferioară, de care era fixat firul de sticlă, s-a îndreptat de asemenea şi s-a mişcat puţin înapoi faţă de partea superioară. Ca urmare, o linie-lungă a fost înregistrată pe placa orizontală de sticlă, care era în parte dreaptă, iar în parte prezentă un zigzag evident, ceea ce indica o circumnutaţie.

Ziua următoare a fost observat cel de-al doilea lăstar secundar; el avea o vîrstă puţin mai înaintată, întrucît partea superioară, în loc să atîrne vertical în jos, făcea un unghi de 45° în raport cu orizontala. La sfîrşitul observaţiilor noastre, care au durat 47 de ore, vîrful lăstarului proemina oblic cu 1 cm deasupra solului; el crescuse, mai ales înspre bază, pînă la lungimea de 2,1 cm. Firul de sticlă a fost fixat transversal de jumătatea bazală şi aproape verticală a lăstarului, mult dedesubtul celui mai de jos apendice scvamiform. Mersul circumnutant urmat de lăstari este arătat în figura alăturată (fig. 42). Distanţa exactă parcursă dintr-o parte într-alta era de aproximativ 1 cm.

Pinus pinaster (*Coniferae*). — Un hipocotil tînăr, cu vîrfurile cotiledoanelor încă închise în învelişul seminţelor, la început nu era mai înalt de 0,875 cm; însă partea superioară creştea atît de rapid, încît la sfîrşitul observaţiilor noastre avea înălţimea de 1,5 cm; firul de sticlă fusese fixat la o oarecare distanţă de partea de jos a micii tulpini. Dintr-un motiv necunoscut, hipocotilul s-a mişcat mult spre stînga, însă fără îndoială (fig. 43) că el circumnutase. Un alt hipocotil a mai fost observat, şi acesta s-a mişcat de asemenea, [descriind] în mod evident, de aceeaşi parte, o linie în zigzag. Această mişcare laterală nu a fost determinată de fixarea firelor subţiri de sticlă şi nici de acţiunea luminii, deoarece, atunci cînd s-au făcut observaţiile, s-a lăsat să intre lumină numai vertical de sus.

Hipocotilul unei plantule a fost legat de un beţişor; el avea nouă cotiledoane aparent distincte, dispuse în cerc. S-au observat mişcările a două dintre ele, care erau aproape opuse. Vîrful unuia a fost însemnat dedesubt cu un punct vopsit în alb şi figura 44, *A* arată că în decurs de aproximativ 8 ore acest hipocotil a descris un cerc neregulat. În timpul nopţii a

Fig. 42. — *Corylus avellana*. Circumnutaţia unui lăstar tînăr, emis de epicotilul al cărui vîrf fusese vătămat, a fost înregistrată pe o placă de sticlă, orizontală, de la 2 februarie, ora 9, pînă la 4 februarie, ora 8; mişcarea bobiţei a fost amplificată de aproximativ 27 de ori.

parcurs o distanţă foarte mare, indicată de linia punctată. Un fir subţire de sticlă a fost fixat longitudinal de celălalt cotiledon şi acesta[a efectuat] în aproximativ 12 ore aproape complet o figură circulară neregulată. În timpul nopţii, el s-a mişcat de asemenea pe o distanţă considerabilă în direcţia indicată de linia punctată. Cotiledoanele au circumnutat, însă în mod independent de mişcarea hipocotilului. Cotiledoanele, cu toate că s-au mişcat mult în timpul nopţii, nu s-au apropiat între ele în aşa măsură încît să ajungă să stea mai vertical decît stăteau în timpul zilei.

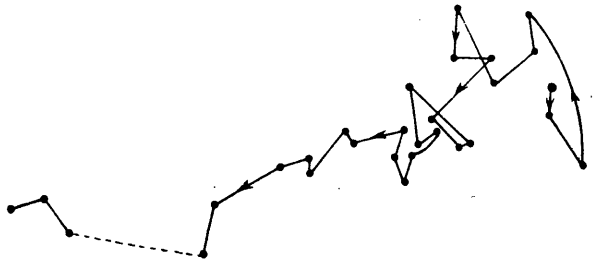


Fig. 43. — *Pinus pinaster*. Circumnutaţia hipocotilului cu firul de sticlă fixat de-a curmezişul vîrfului său, înregistrată pe o placă de sticlă, orizontală, de la 21 martie, ora 10, pînă la 23 martie, ora 9; plantula ţinută la întuneric; mişcarea bobiţei amplificată de aproximativ 35 de ori.

Cycas pectinata (*Cycadeae*). — Seminţele mari ale acestei plante, cînd încolţesc, emit mai întîi o singură frunză, care iese d'n pămînt cu peţiolul curbat în arc şi cu foliolele involute. Unei frunze ajunse în acest stadiu, care la sfîrşitul observaţiilor noastre avea înălţimea de 6,25 cm, i s-au înregistrat mişcările într-o seră caldă; s-a folosit un fir subţire

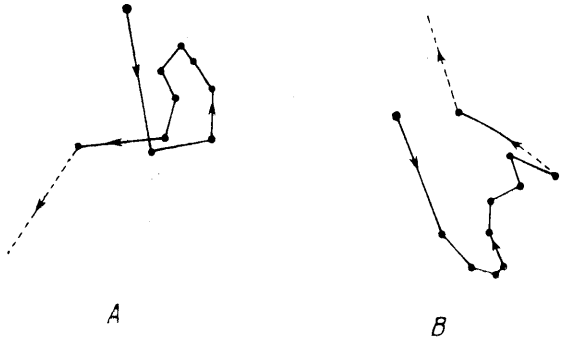


Fig. 44. — *Pinus pinaster*. — Circumnutaţia a două cotiledoane opuse, înregistrată la întuneric pe o placă orizontală de sticlă la 25 noiembrie, de la ora 8,45 pînă la ora 20,35; mişcarea vîrfului în *A* este amplificată aproximativ de 22 de ori, iar aici ea este redusă la jumătate din mărimea iniţială.

de sticlă purtînd triunghiuri de hîrtie fixate în vîrf. Desenul (fig. 45) arată cît de mari, de complexe şi de rapide sînt mişcările de circumnutaţie. Distanţa extremă parcursă dintr-o parte într-alta a fost de 1,5 pînă la 1,75 cm.

Canna warscewiczii (*Cannaceae*). — O plantulă cu plumula proeminînd cu 2,5 cm deasupra solului a fost supusă observaţiei, însă nu în condiţii favorabile, deoarece fusese scoasă din seră şi ţinută într-o cameră insuficient de călduroasă. Desenul (fig. 46) arată totuşi că a făcut două sau trei cercuri sau elipse incomplete şi neregulate n decurs de 48 de

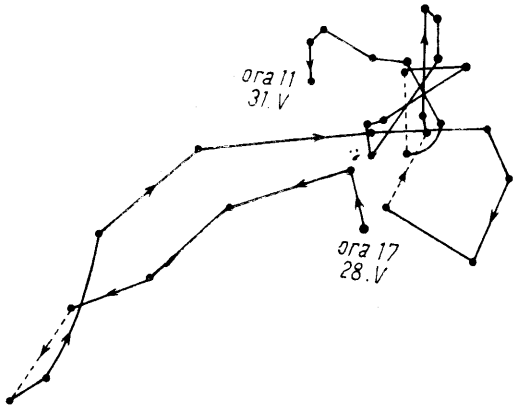


Fig. 45. — *Cycas pectinata*. Circumnutaţia unei frunze tinere care iese din pămînt, înregistrată pe o placă de sticlă verticală de la 28 mai, ora 5, pînă la 31 mai, ora 11; plantula este slab luminată de sus; mişcarea a fost amplificată de 7 ori, iar în figură ea a fost redusă la două treimi din mărimea iniţială.

ore. Plumula era dreaptă; acesta a fost primul caz observat de noi al părţii care iese mai întîi din pămînt şi care nu era curbată.

Allium cepa (*Liliaceae*). — Frunza verde, îngustă care iese din sămînţa cepei comune ca un cotiledon [4] străbate solul sub forma unui arc, la fel ca hipocotilul sau epicotilul unei plante dicotiledonate. Mult timp după ce arcul s-a ridicat deasupra solului, vîrful rămîne în învelişul seminţelor, evident absorbind conţinutul încă abundent. Atunci cînd vîrful sau curbura acestuia iese pentru prima dată din sămînţa încă îngropată în pămînt, are numai

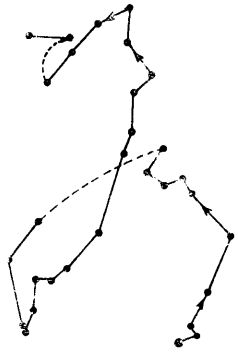


Fig. 46. — *Canna warscewiczii*. Circumnutaţia plumulei; firul de sticlă a fost fixat oblic faţă de frunza exterioară, care avea forma de teacă; mişcarea a fost înregistrată în întuneric, pe o placă de sticlă orizontală, de la 9 noiembrie, ora 8,45, pînă la 11 noiembrie, ora 8,10; mişcarea bobiţei a fost amplificată de şase ori.

un aspect rotunjit; însă, înainte de a ajunge la suprafaţă, acest vîrf se dezvoltă formînd o proeminenţă conică de culoare albă (datorită absenţei clorofilei), în timp ce părţile învecinate sînt verzi şi epiderma pare puţin mai g oasă şi mai dură decît într-altă parte. De aceea, putem conchide că această proeminenţă conică este o adaptare specială necesară străbaterii solului [5] şi că ea corespunde aceluiaşi scop ca şi creasta albă în formă de cuţit care se dezvoltă pe vîrful drept al cotiledonului gramineelor. După cîtva timp, vîrful este tras afară din învelişul gol al seminţelor şi se ridică formînd un unghi drept sau, mai obişnuit, un unghi cu o deschidere şi mai mare, iar partea inferioară şi uneori întregul vîrf devin aproape drepte. Proeminenţa conică, care iniţial forma vîrful arcului, este aşezată acum pe una din părţi, are aspectul unei articulaţii sau al unui genunchi şi, prin dobîndirea de clorofilă, devine verde şi creşte în volum. Prin faptul că rareori sau niciodată nu devin absolut drepte, aceste cotiledoane se deosebesc remarcabil de starea finală a hipocotilelor sau epicotilelor curbate ale

[4] Această expresie este folosită de Sachs în *Textbook of Botany*.

[5] Haberlandt a descris pe scurt această structură curioasă şi scopul ei (*Die Schutzeinrichtungen... Keimpflanze*, 1877, p. 77). El afirmă, în lucrarea *Experimental Physiologie*, p. 93, că Tittmann şi [de asemenea] Sachs au prezentat imagini bune ale cotiledonului cepei.

dicotiledonatelor. Este de asemenea ciudat faptul că extremitatea micșorată a porțiunii superioare curbate se veștejește și moare în mod invariabil.

Un fir de sticlă, lung de 4,25 cm, a fost fixat aproape vertical sub „genunchi", pe porțiunea bazală și verticală a unui cotiledon, iar mișcările sale au fost înregistrate în mod obișnuit timp de 14 ore.

Desenul prezentat aici (fig. 47) indică efectuarea circumnutației. Partea superioară, [situată] deasupra „genunchiului" aceluiași cotiledon, proemina formînd un unghi de aproxi-

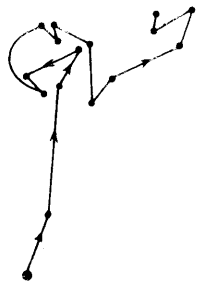


Fig. 47. — *Allium cepa*. Circumnutația jumătății bazale a cotiledonului curbat, înregistrată în întuneric, pe o placă de sticlă orizontală, în ziua de 31 octombrie, de la ora 8,15 pînă la ora 22 ; mișcarea bobiței a fost amplificată de aproximativ 17 ori.

mativ 45° deasupra orizontalei ; mișcarea acestei părți a fost observată în același timp [cu cealaltă]. Părții situate deasupra „genunchiului" nu i s-a fixat nici un fir de sticlă, însă s-a marcat un semn sub vîrf, care era aproape alb, deoarece vîrful începuse să se veștejească, iar mișcările vîrfului au fost astfel înregistrate. Figura descrisă semăna destul de mult cu cea dată mai înainte, ceea ce arată că sediul principal al mișcării rezidă în partea inferioară sau bazală a cotiledonului.

Asparagus officinalis (*Asparageae*). — Vîrful unei plumule drepte sau al unui cotiledon (deoarece nu știm cum să-l numim) a fost găsit la o adîncime de 0,25 cm sub suprafața solului, iar pămîntul a fost apoi îndepărtat de jur împrejurul vîrfului pînă la adîncimea de 0,75 cm. Un fir subțire de sticlă a fost fixat oblic pe vîrf și mișcarea bobiței a fost amplificată de 17 ori ; ea a fost înregistrată în întuneric. În decurs de o oră și 15 min, plumula s-a mișcat spre dreapta, iar în timpul celor două ore următoare ea s-a înapoiat pe un drum aproximativ paralel, însă descria un zigzag accentuat. Dintr-un motiv necunoscut, plumula crescuse în sus prin pămînt într-o direcție înclinată și acum, prin apogeotropism, ea s-a mișcat în decurs de aproximativ 24 de ore în aceeași direcție generală, însă puțin în zigzag, pînă ce a devenit verticală. În dimineața următoare, ea și-a schimbat complet mersul. De aceea nu poate fi îndoială că plumula circumnutează sub pămînt în măsura în care presiunea pămîntului înconjurător permite această mișcare. Suprafața solului din ghiveci a fost acum acoperită cu un strat subțire de nisip argilos foarte fin, care a fost ținut în stare umedă ; și după ce plantulele, care s-au subțiat, crescuseră cam de 0,25 — 0,75 cm în înălțime, s-a constatat că fiecare din ele avea împrejur un mic spațiu deschis sau o crăpătură circulară, ceea ce nu se poate explica decît prin circumnutație, care a împins și a îndreptat astfel nisipul în toate părțile, deoarece nu exista nici o urmă de crăpătură în altă parte.

Pentru a dovedi că circumnutația a avut loc, s-au înregistrat mișcările a cinci plantule variind în înălțime de la 0,75 pînă la 5 cm. Ele au fost plasate în interiorul unei cutii și au fost luminate de sus ; însă în toate cele cinci cazuri axele mai lungi ale figurilor descrise erau îndreptate aproape spre același punct, așa încît mai multă lumină pare să fi pătruns prin tavanul de sticlă al serei, printr-una din părți, decît prin oricare altă parte. Toate cele cinci desene seamănă între ele într-o anumită măsură și va fi suficient să redăm două dintre ele. În figura 48, *A*, plantula nu avea în înălțime decît 1,125 cm ; ea consta dintr-un singur internod cu un mugure la vîrf. Între orele 8,30 și 22,20 (adică în aproape 14 ore), vîrful a descris o figură care, probabil, va fi constat din trei elipse și jumătate dacă tulpina nu s-ar fi deplasat într-o parte pînă la ora 13, iar după aceea nu s-ar fi mișcat înapoi.

În dimineața următoare, vîrful nu era foarte departe de punctul de la care pornise la început. Mișcarea vîrfului dintr-o parte într-alta a fost foarte mică, adică circa de 0,14 cm. Plantula ale cărei mișcări sînt arătate în figura 48, *B* era înaltă de 4,375 cm și avea trei internodii, în afară de mugurul de la vîrf. Figura care a fost descrisă în decurs de 10 ore pare să reprezinte două elipse sau cercuri neregulate și inegale. Mișcarea însăși a vîrfului, în partea neinfluențată de lumină a fost de 0,275 cm, iar în cea influențată a fost de 0,925 cm. În cazul

unei plantule înalte de 5 cm, era evident, chiar fără ajutorul vreunei figuri, că partea cea mai de sus a tulpinii s-a curbat succesiv spre toate punctele cardinale, ca și tulpina unei plante volubile. O mică intensificare a capacității de circumnutare și a flexibilității tulpinii ar transforma sparanghelul comun într-o plantă volubilă, așa cum s-a întîmplat cu o specie din acest gen, *A. scandes*.

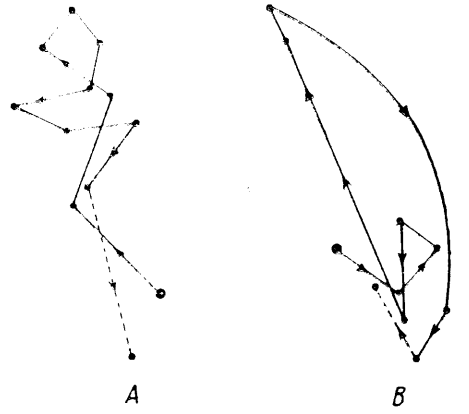


Fig. 48. — *Asparagus officinalis*. Circumnutația plumulelor cu vîrfuri albite și marcate dedesubt a fost înregistrată pe o placă de sticlă orizontală. *A*, Plumulă tînără; mișcarea a fost înregistrată de la 30 noiembrie, ora 8,30, pînă la ora 7,15 din dimineața următoare și amplificată de aproximativ 35 de ori; *B*, plumulă îmbătrînită; mișcarea ei a fost înregistrată la 29 noiembrie, de la ora 10,15, pînă la ora 20,10 și amplificată de 9 ori, însă aici a fost redusă la jumătate din scara inițială.

Phalaris canariensis (*Gramineae*). — La graminee, partea care se ridică mai întîi din pămînt a fost denumită de unii autori *pileol* și asupra omologiei sale au fost exprimate diferite păreri. Ea este considerată de unele mari autorități ca fiind un cotiledon, termen pe care îl vom utiliza și noi fără a ne încumeta să exprimăm vreo părere asupra acestui subiect [6].

În cazul de față, cotiledonul consta dintr-o teacă roșiatică, ușor turtită, terminată în sus printr-o muchie albă, ascuțită; ea conținea o frunză verde adevărată, care ieșea din teacă printr-un orificiu în formă de fantă, foarte aproape de muchia ascuțită de la vîrf și forma un unghi drept cu ea. Teaca nu este curbată cînd iese din pămînt.

Au fost înregistrate mai întîi mișcările a trei plantule relativ bătrîne, înalte de 3,75 cm, înregistrare care s-a făcut cu puțin înainte de ieșirea frunzelor. Plantulele au fost luminate

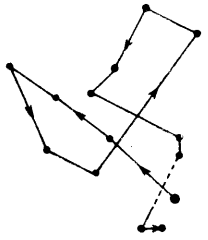


Fig. 49. — *Phalaris canariensis*. Circumnutația unui cotiledon care avea însemnat un punct sub vîrf a fost înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 26 noiembrie, ora 8.35, pînă la 27 noiembrie, ora 8,45; mișcarea vîrfului a fost amplificată de 7 ori, iar aici a fost redusă la jumătate din mărimea ei inițială.

în mod exclusiv numai de sus; [notăm aceasta] deoarece, după cum se va arăta ulterior, plantulele sînt excesiv de sensibile la acțiunea luminii; și dacă vreo lumină pătrunde chiar temporar dintr-o parte, plantulele se curbează spre acea parte, mișcîndu-se în linii puțin în zigzag. Dintre cele trei desene, numai unul singur (fig. 49) este redat aici.

Dacă în timpul ce'or 12 ore observațiile noastre ar fi fost mai frecvente, [am fi văzut că mișcarea cotiledonului] ar fi descris două figuri ovale, cu axele lor mai lungi în unghi drept una față de alta. Mișcarea reală a vîrfului dintr-o parte într-alta era de aproximativ 2 cm. Figurile descrise de celelalte două plantule semănau într-o anumită măsură cu cea dată aici.

[6] Sîntem îndatorați rev. G. Henslow pentru rezumatul asupra părerilor exprimate în privința acestui subiect, precum și pentru referințele pe care ni le-a dat.

După aceasta, ca și mai înainte, a fost observată o plantulă abia ieșită din pămînt și care proemina cu 0,125 cm deasupra solului. A fost necesar să curățăm pămîntul din jurul plantulei pînă la o mică adîncime, pentru a putea face un semn sub vîrful cotiledonului. Figura 50 arată că vîrful a făcut o mișcare laterală, însă că el și-a schimbat mersul de zece ori în decursul celor zece ore de observație, așa încît nu încape îndoială asupra circumnutației lui.

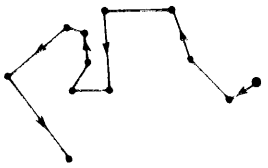


Fig. 50. — *Phalaris canariensis*. Circumnutația unui cotiledon foarte tînăr, care avea un punct marcat sub vîrf, a fost înregistrată pe o placă de sticlă orizontală în ziua de 31 decembrie, de la ora 11,37 pînă la ora 21,30; mișcarea vîrfului a fost mult amplificată, aici ea a fost redusă la o pătrime din scara inițială.

Cu greu se poate atribui cauza mișcării generale direcției pătrunderii luminii laterale, deoarece această pătrundere a fost evitată cu grijă; presupunem că, într-un fel oarecare, mișcarea generală a cotiledonului era în legătură cu îndepărtarea pămîntului din jurul micii plantule.

În sfîrșit, solul din același ghiveci a fost cercetat cu ajutorul unei lupe, constatîndu-se că vîrful alb, [ascuțit] ca un cuțit, al unei plantule se afla exact la același nivel cu suprafața înconjurătoare. Pămîntul din jurul vîrfului a fost îndepărtat pînă la adîncimea de 0,6 cm, sămînța însăși rămînînd acoperită. Ghiveciul, apărat de lumină laterală, a fost pus la un microscop cu ocular micrometru astfel aranjat, încît fiecare diviziune să reprezinte 0,05 mm. Vîrful a fost observat după un interval de 30 min, cînd s-a văzut că a parcurs [mișcîndu-se] puțin oblic, două diviziuni de micrometru în 9 min și 15 secunde; după cîteva minute a parcurs același spațiu în 8 min și 50 de secunde. Plantula a fost iarăși observată după un interval de trei sferturi de oră și acum vîrful parcursese, puțin oblic, două diviziuni în 10 min. Putem conchide deci că el s-a deplasat cu viteza de aproximativ 0,5 mm în 45 min. Putem de asemenea conchide, din aceste observații și din cele anterioare, că plantulele de *Phalaris*, străbătînd suprafața solului, circumnutează în măsura în care le permite presiunea înconjurătoare. Acest fapt explică (ca în cazul de mai sus al sparanghelului) de ce se distinge în mod vizibil un spațiu circular, îngust sau un spațiu [cu aspect de] crăpătură în jurul mai multor plantule care s-au ridicat [străbătînd] nisipul argilos foarte fin și menținut uniform de umed.

Zea mays (*Gramineae*). — Un fir subțire de sticlă a fost fixat oblic de vîrful unui cotiledon ieșit cu 0,5 cm deasupra solului; însă pînă într-a treia dimineață el crescuse exact de trei ori mai mare, așa încît distanța bobiței de la semnul de dedesubtul lui s-a mărit foarte mult; ca urmare, mișcarea [reprezentată] în desen (fig. 51) era mai amplă în prima zi și mai puțin în ziua următoare. Partea superioară a cotiledonului și-a schimbat mersul formînd de șase ori unghi drept în fiecare din cele două zile. Planta era luminată de o lumînare slabă, lumina venind vertical de sus. Aceasta era o precauție necesară, deoarece în ziua anterioară înregis-

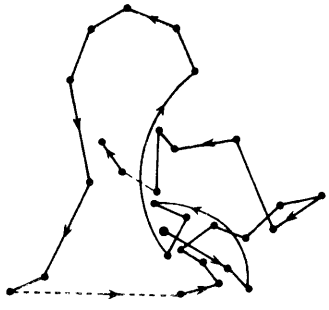


Fig. 51. — *Zea mays*. Circumnutația cotiledonului, trasată pe o placă de sticlă orizontală de la 4 februarie, ora 8,30, pînă la 6 februarie, ora 8; mișcarea bobiței amplificată în medie de circa 25 de ori.

trasem mișcările cotiledoanelor așezate într-o cutie adîncă, a cărei parte interioară era slab luminată pe una din părți, lumina venind de la o fereastră îndepărtată, situată către nord-est; în timpul fiecărei observații, plantula a fost luminată de o lumînare de ceară, ținută timp de un minut sau două de aceeași parte; rezultatul a fost că toată ziua cotiledoanele s-au deplasat de această parte, cu toate că în mersul lor ele au executat cîteva curburi net vizibile și numai din acest fapt am fi putut conchide că ele au circumnutat; am crezut însă că este bine să facem desenul de mai sus.

Radicule. — Fire subţiri de sticlă au fost fixate de două radicule scurte, astfel aşezate încît ele stăteau aproape vertical şi, în timp ce ele se curbau în jos, sub influenţa geotropismului, mersul lor era în zigzag puternic ; din această ultimă condiţie s-ar fi putut deduce [efectuarea] circumnutaţiei, dacă vîrfurile lor nu s-ar fi veştejit puţin după primele 24 de ore, cu toate că ele fuseseră udate şi cu toate că aerul a fost menţinut foarte umed. Nouă radicule au fost apoi dis-

Fig. 52. — *Zea mays.* Urmă lăsată de vîrful radiculei crescînd în jos pe o placă înclinată de sticlă înnegrită.

puse în modul descris anterior, aşa încît, crescînd în jos, ele au lăsat urme pe plăcile de sticlă înnegrită, înclinate în diferite unghiuri între 45 şi 80° sub orizontală. Aproape fiecare dintre aceste urme a oferit o dovadă fie prin lăţimea mai mare sau mai mică în diferite părţi [ale urmei lor], fie prin faptul că radiculele lăsate mici punţi de funingine, aşa încît vîrful a avut alternativ un contact mai mult sau mai puţin strîns cu placa de sticlă. În figura alăturată (fig. 52) avem o copie exactă a unei asemenea urme. Numai în două cazuri (şi în aceste cazuri plăcile erau foarte înclinate) exista o oarecare dovadă de uşoară mişcare laterală. Presupunem de aceea că frecarea vîrfului de suprafaţa înnegrită, oricît de mică ar fi fost, a fost suficientă pentru a opri mişcarea acestor radicule delicate dintr-o parte într-alta.

Avena sativa (*Gramineae*). — Un cotiledon, înalt de 3,75 cm, a fost aşezat în faţa unei ferestre către nord-est şi mişcarea vîrfului a fost înregistrată pe o placă de sticlă orizontală timp de două zile. El s-a mişcat spre lumină în ziua de 15 octombrie între orele 9 şi 11,30, descriind o linie puţin în zigzag ; cotiledonul a revenit apoi puţin înapoi, mergînd mult în zigzag pînă la ora 17 ; ulterior, în timpul nopţii, el a continuat să se mişte spre fereastră. Dimineaţa următoare, aceeaşi mişcare a fost continuată pe o linie aproape dreaptă de la ora 12,40 pînă la ora 14,35, cînd cerul a fost foarte întunecat prin [formarea unor] nori de furtună. În decursul acestui interval de o oră şi 55 min, cînd lumina a fost obscură, era interesant de observat cum circumnutaţia a învins heliotropismul, deoarece, în loc de a continua să se mişte spre fereastră, [descriind] o linie în uşor zigzag, vîrful şi-a inversat mersul de patru ori, executînd două elipse mici, înguste. O diagramă a acestui caz va fi dată în capitolul despre heliotropism.

Un fir de sticlă a fost apoi fixat de un cotiledon înalt de numai 0,6 cm, care era luminat exclusiv de sus şi, deoarece era ţinut într-o seră caldă, el a crescut rapid ; şi nu putea fi îndoială asupra circumnutaţiei lui, întrucît el a descris o figură în formă de 8, precum şi două mici elipse în decurs de 5 ore şi 30 min.

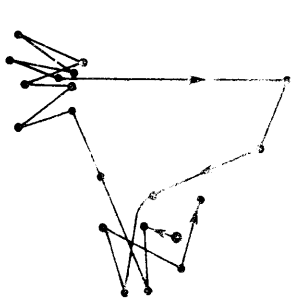


Fig. 53. — *Nephrodium molle.* Circumnutaţia unei frunze foarte tinere, înregistrată în întuneric, pe o placă de sticlă orizontală, la 30 octombrie, de la ora 9 pînă la ora 21 ; mişcarea bobiţei a fost amplificată de 48 de ori.

Nephrodium molle (*Filicales*). — O plantulă de ferigă din această specie a apărut din întîmplare într-un ghiveci aproape de planta parentală. Frunza, care nu era încă decît puţin lobată, era lungă de numai 0,4 cm şi lată de 0,5 cm şi era susţinută de un rahis înalt de 0,6 cm. şi subţire ca un fir de păr. Un fir foarte subţire de sticlă care proemina cu 0,9 cm a fost fixat la capătul frunzei. Mişcarea a fost atît de mult amplificată, încît nu se poate avea deplină încredere în figură (fig. 53) ; însă frunza se mişca în mod constant şi complex, iar bobiţa şi-a

schimbat considerabil mersul de 18 ori în decursul celor 12 ore de observație. Adesea, în curs de o jumătate de oră, ea s-a mișcat îndărăt, descriind o linie aproape paralelă cu direcția ei anterioară. Cea mai amplă mișcare a avut loc între orele 16 și 18. Circumnutația acestei plante este interesantă, deoarece speciile din genul *Lygodium* sînt bine cunoscute ca avînd o circumnutație net vizibilă și pentru [faptul că ele] se încolăcesc în jurul oricărui obiect învecinat.

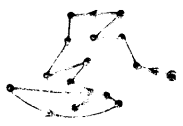


Fig. 54. — *Selaginella krausii* (?). Circumnutația unei plante tinere, ținută în întuneric, înregistrată în ziua de 31 octombrie, de la ora 8,45 pînă la ora 22.

Selaginella krausii (?) (*Lycopodiaceae*). — O plantă foarte tînără, înaltă de numai 1 cm, a apărut într-un ghiveci din seră. Un fir de sticlă extrem de subțire a fost fixat de capătul tulpinii în formă de frunză și mișcarea bobiței a fost înregistrată pe o placă orizontală de sticlă. Ea și-a schimbat mersul de mai multe ori în decurs de 13 ore și 15 min, pe cînd era observată, după cum se vede în figura 54, iar noaptea a revenit la un punct nu prea îndepărtat de cel de la care pornise dimineața. Nu încape nici o îndoială că această mică plantă a circumnutat.

CAPITOLUL AL II-LEA

CONSIDERAȚII GENERALE ASUPRA MIȘCĂRILOR ȘI CREȘTERII PLANTULELOR

Generalitatea mișcării de circumnutație — Radiculele și utilitatea circumnutației lor — Modul lor de pătrundere în pămînt — Modul ieșirii din pămînt prin încurbarea hipocotilelor și a altor organe — Modul neobișnuit de germinație la *Megarrhiza* etc. — Avortarea cotiledoanelor — Circumnutația hipocotilelor și a epicotilelor cînd sînt încă îngropate și curbate — Capacitatea lor de redresare — Deschiderea bruscă a învelișurilor semințelor — Efectul ereditar al procesului de curbare la hipocotilele hipogee — Circumnutația hipocotilelor și a epicotilelor în cazul cînd ele sînt drepte — Circumnutația cotiledoanelor — Pulvinele sau articulațiile cotiledoanelor; durata activității lor — Pulvinele rudimentare la *Oxalis corniculata*; dezvoltarea lor — Sensibilitatea cotiledoanelor la lumină și tulburarea mișcărilor periodice ale acestora — Sensibilitatea cotiledoanelor la contact.

În capitolul anterior s-au descris mișcările de circumnutație ale diferitelor părți sau organe la un număr foarte mare de plante. Alăturat dăm o listă a familiilor, cohortelor, subclaselor etc. cărora le aparțin aceste plantule, aranjate, și numerotate după clasificarea adoptată de Hooker[1]. Oricine va examina această listă va vedea că plantulele tinere, alese pentru observație, reprezintă bine întreaga serie vegetală, în afara criptogamelor inferioare, iar ulterior vor fi descrise mișcările unora dintre acestea din urmă cînd sînt mature. Întrucît toate plantulele observate circumnutau în mod continuu, inclusiv coniferele, cicadele și ferigile, care aparțin celor mai vechi plante, putem deduce că acest fel de mișcare este comun fiecărei specii de plantule.

SUBREGNUL I — PLANTE FANEROGAME

Clasa I — **DICOTYLEDONATE**

Subclasa I — **ANGIOSPERME**

Familii	Cohorte
14. *Cruciferae*	II. *Parietalis*
26. *Caryophylleae*	IV. *Caryophyllales*
36. *Malvaceae*	VI. *Malvalis*

[1] După cum este dată în *General System of Botany*, de Le Maout și Decaisne, 1873.

41. *Oxalideae*	VII. *Geraniales*
49. *Tropseoleae*	ditto
52. *Auriantiaceae*	ditto
70. *Hippocastaneae*	X. *Sapindales*
75. *Leguminosae*	XI. *Rosales*
106. *Cucurbitaceae*	XII. *Passiflorales*
109. *Cacteae*	XIV. *Ficoidales*
122. *Compositae*	XVII. *Astrales*
135. *Primulaceae*	XX. *Primulales*
145. *Asclepiadeae*	XXII. *Gentianales*
151. *Convolvulaceae*	XXIII. *Polemonales*
154. *Borragineae*	ditto
156. *Nolaneae*	ditto
157. *Solaneae*	XXIV. *Solanales*
181. *Chenopodieae*	XXVII. *Chenopodiales*
202. *Euphorbiaceae*	XXXII. *Euphorbiales*
211. *Cupuliferae*	XXXVI. *Quernales*
212. *Corylaceae*	ditto

Subclasa a II-a — **GYMNOSPERMAE**

223. *Coniferae*
224. *Cycadae*

Clasa a II-a — **MONOCOTYLEDONEAE**

2. *Connaceae*	II. *Amomales*
34. *Liliaceae*	XI. *Liliales*
41. *Asparageae*	ditto
55. *Gramineae*	XV. *Glumales*

Subregnul al II-lea — **PLANTE CRIPTOGAME**

1. *Filices*	I. *Filicales*
6. *Lycopodiaceae*	ditto

Radicule. — La toate semințele care germinează, observate de noi, prima modificare este emiterea radiculei, care se apleacă imediat în jos și se străduiește să pătrundă în pămînt. Pentru a realiza aceasta, este aproape necesar ca sămînța să fie apăsată în jos, așa încît să ofere o oarecare rezistență, afară de cazul cînd într-adevăr solul este extrem de afînat; altfel, sămînța este ridicată în sus, în loc ca radicula să străpungă suprafața solului. Adesea însă, semințele sînt acoperite de pămîntul aruncat de patrupedele care își sapă vizuina sau de păsările care scurmă, de dejecțiile rîmelor, de grămezi de excremente, ramuri putrezite de arbori etc. și sînt astfel apăsate în jos, iar adesea ele trebuie să cadă în crăpături sau în găuri, cînd pămîntul este uscat. Chiar la semințele care zac descoperite pe o suprafață, primii peri dezvoltați pe rădăcină sînt în măsură ca, fixîndu-se de pietre sau de alte obiecte de la suprafață, să mai țină în jos partea superioară a radiculei, în timp ce vîrful pătrunde în sol. Sachs a arătat [2] cît de bine și cît de strîns se adaptează perii rădăcinii în creștere la particulele cele mai neregulate din sol și cît de strîns se fixează de ele. Această fixare pare să se efectueze prin muierea sau

[2] *Physiologie végétale*, 1868, p. 199 și 205.

lichefierea suprafeței exterioare a învelișului perilor și consolidarea lor ulterioară, după cum se va descrie mai complet ulterior. După Sachs, această unire intimă joacă un rol important în absorbirea apei și a substanței anorganice dizolvate în ea. Ajutorul mecanic furnizat de perii radiculei în străpungerea solului este probabil de utilitate secundară.

Vîrful radiculei ca și întreaga parte în dezvoltare, începe să circumnuteze de îndată ce iese din învelișul seminței și continuă probabil atîta timp cît durează creșterea. Această mișcare a radiculei a fost descrisă la *Brassica*, *Aesculus*, *Phaseolus*, *Vicia*, *Cucurbita*, *Quercus* și *Zea*. Probabilitatea apariției ei a fost dedusă de Sachs [3] din faptul că geotropismul acționează asupra radiculelor așezate drept în sus (ceea ce am constatat și noi), deoarece, dacă ele ar fi rămas absolut perpendiculare, atracția gravității nu le-ar fi făcut să-și curbeze oricare din părțile lor. Circumnutația a fost observată în cazurile specificate cu ajutorul fie al unor fire de sticlă extrem de subțiri și fixate de radicule în modul descris mai sus, fie lăsîndu-le să crească în jos deasupra unor plăci de sticlă înclinate și înnegrite, pe care și-au lăsat urmele. În aceste din urmă cazuri, mersul șerpuit (vezi fig. 19, 21, 27, 41) a arătat clar că vîrful se mișcase în mod continuu dintr-o parte într-alta. Această mișcare laterală se efectua pe o scară redusă, în cazul lui *Phaseolus* fiind cel mult de circa 1 mm de ambele părți ale liniei mediane. Există însă o mișcare în plan vertical, în unghi drept față de plăcile înclinate de sticlă. Aceasta s-a dedus din faptul că adesea urmele erau alternativ uneori puțin mai largi și alteori puțin mai înguste, după cum radiculele au apăsat alternativ cu mai multă sau mai puțină forță asupra plăcilor. Uneori mici punți de funingine erau lăsate de-a curmezișul urmelor, arătînd că în aceste puncte vîrful fusese ridicat în sus. Acest ultim aspect tinde să apară mai ales atunci cînd, radicula, în loc de a se deplasa drept în jos pe placă, face o cotitură semicirculară; figura 52 arată însă că aceasta se poate întîmpla atunci cînd mersul este rectiliniu. Prin această ridicare, vîrful a fost în măsură, într-un caz, să treacă peste o țepușă fixată de-a curmezișul unei plăci de sticlă înclinate; însă așchii de lemn, groase de numai 0,6 mm, au făcut ca una din părțile radiculelor să se curbeze întotdeauna în unghi drept, așa încît vîrful nu s-a opus geotropismului și nu s-a ridicat pînă la această mică înălțime.

Cînd radicule cu fire de sticlă fixate de ele erau așezate așa încît să ajungă să stea aproape drept în sus, ele se curbau în jos sub acțiunea geotropismului, circumnutînd în același timp, iar mersul lor era în consecință în zigzag. Uneori, ele făceau însă mari cotituri circulare, mersul lor fiind de asemenea în zigzag.

Radiculele strîns înconjurate de pămînt, chiar dacă aceasta este foarte umed și afînat, ar putea fi complet împiedicate să circumnuteze. Ar trebui totuși să ne reamintim că și cotiledoanele în formă de teacă de *Phalaris*, care circumnutează, hipocotilele de *Solanum* și epicotilele de *Asparagus*, într-un strat superficial de nisip argilos umed, formează în jurul lor mici crăpături sau brazde circulare. Ele erau capabile, ca și hipocotilul de *Brassica*, să formeze brazde rectilinii în nisip umed pe cînd circumnutau și se aplecau spre o lumină laterală. Într-un capitol viitor se va arăta că mișcarea de legănare sau de circumnutație a capitulelor de *Trifolium subterraneum* le ajută să se îngroape. De aceea, probabil că circumnutația

[3] *Über das Wachstum der Wurzeln*, „Arb. des bot. Inst. Würzburg", caiet III, 1873, p. 460. Pe lîngă marele său interes intrinsec, acest memoriu merită studiat ca un model de cercetare serioasă și vom avea ocazia să ne referim la el în mod repetat. Dr. Frank observase anterior (*Beiträge zur Pflanzenphysiologie*, 1868, p. 81) că geotropismul acționează asupra radiculelor așezate drept în sus; el a explicat aceasta prin presupunerea că creșterea lor nu era egală de toate părțile.

ajută puțin vîrful radiculei să străpungă solul; și se poate observa în mai multe dintre diagramele prezentate anterior că mișcarea este mai puternic pronunțată la radicule cînd acestea ies pentru prima dată din sămînță decît la o perioadă puțin mai tîrzie; nu putem însă hotărî dacă această [intensificare] este întîmplătoare sau dacă este o adaptare. Totuși, atunci cînd radicule tinere de *Phaseolus multiflorus* au fost fixate vertical puțin deasupra [stratului de] nisip umed, neașteptam ca, de îndată ce vîrfurile radiculei vor ajunge la nisip, să formeze brazde circulare; însă aceasta nu s-a întîmplat, fapt care se poate explica, după părerea noastră, prin aceea că, de îndată ce brazda a fost formată, ea a fost umplută prin creșterea rapidă în grosime a vîrfului radiculei. Dacă o radiculă înconjurată de pămînt înmuiat este sau nu ajutată să-și formeze o tercere prin circumnutație, ne putem închipui că această mișcare nu are o mare importanță în îndrumarea radiculei de-a lungul unei linii de rezistență minimă, după cum se va vedea în capitolul următor, cînd vom trata despre sensibilitatea la contact a vîrfului. Dacă totuși în creșterea sa în jos o radiculă pătrunde oblic în vreo fisură sau într-o gaură lăsată de o rădăcină putrezită sau vreuna făcută de larva unei insecte și mai ales de rîme, mișcarea de circumnutație a vîrfului o va ajuta în mod efectiv să urmeze un asemenea drum deschis; și am observat că de obicei rădăcinile înaintează în jos prin găuri de rîmă [4].

Atunci cînd o radiculă este așezată într-o poziție orizontală sau înclinată, partea terminală care crește, după cum se știe, se curbează în jos către centrul pămîntului; Sachs [5] a arătat că, pe cînd se curbează în acest fel, creșterea suprafeței inferioare este considerabil întîrziată, în timp ce suprafața superioară continuă în ritm normal sau poate ceva mai amplificat. El a mai arătat că atașînd un fir de ață care trecea peste un scripete la o radiculă orizontală de dimensiune mare și anume la cea de fasole comună, radicula a fost capabilă să ridice o greutate de numai 1 g. De aceea putem conchide că geotropismul nu dă radiculei forță suficientă pentru a străbate solul, ci îi indică numai (dacă se poate folosi o asemenea expresie) ce drum să urmeze. Înainte de a cunoaște observațiile mai precise ale lui Sachs, am acoperit o suprafață plană de nisip umed cu cea mai subțire foiță de staniol pe care am putut-o procura (groasă de 0,02 — 0,03 mm) și am așezat o radiculă foarte aproape deasupra ei într-o poziție încît a crescut aproape perpendicular în jos. Atunci cînd vîrful a venit în contact cu suprafața plană lustruită, el s-a întors în unghi drept și a alunecat peste ea fără a lăsa vreo urmă; totuși, foița de staniol era atît de flexibilă, încît o bucățică de lemn moale, ascuțită în aceeași măsură ca și capătul radiculei și încărcată cu o greutate de numai 7,8 g, a lăsat în mod clar amprenta pe foița de staniol.

Radiculele sînt capabile de a străbate solul prin forța creșterii lor longitudinale și transversale, semințele fiind reținute de greutatea solului care apasă asupra lor. În cazul fasolei, vîrful apărat de scufia radiculară este ascuțit și, după cum a dovedit Sachs, partea care crește, lungă de 8 — 10 mm, este mult mai rigidă decît partea imediat de deasupra ei, a cărei creștere în lungime a sistat. Ne-am străduit să stabilim presiunea în jos a părții care crește, așezînd boabe de fasole care germinau între două mici plăci metalice, peste cea superioară fiind pusă o greutate cunoscută, iar radicula a fost lăsată apoi să crească într-o gaură îngustă

[4] Vezi, de asemenea, afirmația în același sens a prof. Hensen („Zeitschrift für Wissen.", Zool., 1877, vol. XXVIII, p. 354). El merge atît de departe, încît crede că rădăcinile pot străbate solul pînă la o mare adîncime numai cu ajutorul găurilor făcute de rîme.

[5] *Arb. des bot. Inst. Würzburg*, 1873, vol. I, p. 461. Vezi, de asemenea, p. 397 pentru lungimea părții care crește și p. 451 pentru forța geotropismului.

în lemn, adîncă de 0,5 — 0,75 cm și închisă la capăt. Lemnul a fost astfel modelat încît micul spațiu dintre gura găurii și fasole să nu permită radiculei a se înclina lateral în trei părți, însă mi-a fost imposibil de a acoperi a patra parte aproape de fasole. În consecință, atîta timp cît radicula continuă să crească în lungime și atîta timp cît ea a rămas dreaptă, fasolea, avînd deasupra placa pe care era pusă o greutate , trebuia să fie ridicată în sus atunci cînd vîrful radiculei atingea fundul puțin adînc al găurii. Boabe de fasole astfel pregătite, înconjurate cu nisip umed, au ridicat în sus, în decurs de 24 de ore, 113 g, după ce vîrful radiculei intrase în gaură. La o greutate mai mare, radiculele înseși s-au curbat întotdeauna de partea neacoperită, ceea ce probabil că nu s-ar fi întîmplat dacă radiculele ar fi fost strîns înconjurate de toate părțile de pămînt compact. În aceste încercări există totuși o sursă de erori posibile, dar nu probabile, deoarece nu se stabilise dacă boabele de fasole continuă să se umfle timp de mai multe zile după ce au încolțit și după ce au foat tratate în modul în care au fost tratate boabele noastre, anume fiind ținute mai întîi timp de 24 de ore în apă, apoi lăsate să încolțească în aer foarte umed și ulterior așezate deasupra găurii și înconjurate aproape complet de nisip umed într-o cutie închisă.

Am reușit mai bine să determinăm forța exercitată transversal de aceste radicule. Două radicule au fost astfel așezate încît să străbată mici găuri făcute în bucățele de lemn, din care una era tăiată în forma reprodusă exact (fig. 55). Capătul scurt al bucății de lemn dincolo de gaură a fost despicat într-un anumit mod ; capătul opus n-a fost însă scobit. Deoarece lemnul este foarte elastic, despicătura sau fisura s-a închis imediat după ce fusese făcută. După șase zile, lemnul și fasolea au fost dezgropate din nisipul umed și radicula a fost găsită mult mărită deasupra și dedesubtul găurii. Crăpătura, care la început era complet închisă, era acum deschisă pe o lățime de 4 mm ; de îndată ce radicula a fost extrasă, crăpătura s-a închis imediat pînă la 2 mm. Lemnul a fost apoi suspendat orizontal cu o sîrmă subțire care trecea prin gaura umplută recent de radiculă și o farfurioară a fost suspendată dedesubt pentru a pune pe ea greutăți ; și a fost nevoie de 3,852 kg pentru a deschide crăpătura cu 4 mm, adică atît cît era lățimea crăpăturii înainte ca rădăcina să fi fost scoasă din ea. Însă partea din radiculă (lungă numai

Fig. 55. — Schița unei bucățele de lemn (redusă la jumătate din dimensiunea naturală), cu o gaură prin care creștea o radiculă de fasole ; grosimea lemnului la capătul îngust era de 2 mm, iar la capătul lat de 4 mm, adîncimea găurii fiind de 2,5 cm.

de circa 0,25 cm) încastrată în gaură a exercitat probabil o tensiune transversală chiar mai mare de 3,852 kg, deoarece a despicat lemnul compact pe o lungime de peste 0,488 cm ; această crăpătură este arătată în figura 55. O a doua bucățică de lemn a fost încercată în același fel, cu aproape exact același rezultat.

Am urmat apoi un plan mai bun. S-au făcut găuri aproape de capătul îngustat a doua clame sau clești de lemn (fig. 56), ținute închise de arcuri spirale de alamă. Au fost lăsate să crească prin aceste găuri în nisip umed două radicule. Clamele se sprijineau pe plăci de sticlă pentru a micșora frecarea de nisip. Găurile erau puțin mai mari (adică 0,35 cm) și mult mai adînci (1,5 cm) decît în experiența cu bucățelele de lemn, așa încît o lungime mai mare a unei radicule puțin mai groase a exercitat o tensiune transversală. După 13 zile ele au fost scoase. Distanța dintre cele două puncte (vezi figura) de pe capetele mai lungi ale clamelor a fost măsurată acum cu grijă ; radiculele au fost apoi extrase din găuri, iar clamele

desigur închise. Ele au fost apoi suspendate orizontal la fel cum au fost bucățelele de lemn și o greutate de 1 500 g a fost necesară la una din clame pentru a o deschide în aceeași măsură în care fusese deschisă prin creșterea transversală a radiculei. De îndată ce această radiculă deschisese puțin clamele, ea crescuse în formă turtită și ieșise puțin dincolo de gaură, diametrul ei într-o direcție fiind de 4,2 mm și în direcție perpendiculară de 3,5 mm. Dacă ieșirea și turtirea ar fi putut fi împiedicate, probabil că radicula ar fi putut exercita o tensiune mai mare decît cele

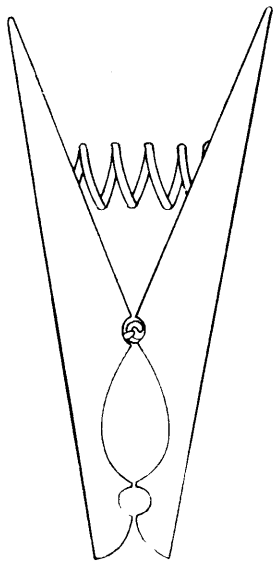


Fig. 56. — Clește de lemn ținut închis de către un arc spiralat de alamă, prezentînd o gaură (cu diametrul de 0,35 cm și adîncă de 1,5 cm) făcută în partea îngustă și închisă; prin această gaură a fost lăsată să crească o radiculă de fasole la temperatura de 12—16°C (în original 50—60° F — *N. trad.*

1 472. La alte clame, radicula a ieșit și mai mult din gaură și greutatea necesară pentru a deschide [clamele] în aceeași măsură ca cea realizată de radiculă era de numai 600 g.

Cu aceste fapte în fața noastră nu mai pare greu de înțeles modul în care o radiculă străbate solul. Vîrful lui este ascuțit și este protejat de scufia radiculară și, în măsura în care se poate avea încredere în observațiile noastre, partea terminală este rigidă, crește în lungime cu o forță egală cu presiunea a cel puțin 113 g și probabil cu o forță mult mai mare atunci cînd este împiedicată de către pămîntul înconjurător de a se curba într-o parte oarecare. Pe cînd crește astfel în lungime, radicula crește și în grosime, împingînd și îndepărtînd pămîntul umed în toate părțile cu o forță de peste 3 624 g într-unul din cazuri și cu 1 359 g într-altul. A fost imposibil de determinat dacă, în raport cu diametrul său, vîrful însuși exercită aceeași tensiune transversală ca și părțile situate puțin mai sus; nu pare să existe nici un motiv să ne îndoim că așa este. De aceea, partea care crește nu funcționează, nu acționează ca un cui atunci cînd este bătut într-o scîndură, ci mai degrabă ca o pană de lemn care, atunci cînd este împinsă încet într-o crăpătură, în același timp își mărește volumul prin absorbția de apă; iar o pană care acționează în acest fel va despica și o stîncă.

Modul în care hipocotilele, epicotilele etc. se ridică și străbat solul. — După ce radicula a fixat sămînța și a străpuns solul, hipocotilele tuturor plantulelor dicotiledonate observate de noi, care își ridică cotiledoanele deasupra suprafeței solului, ies din pămînt în formă de arc. Cînd cotiledoanele sînt hipogee, adică atunci cînd ele rămîn îngropate în pămînt, hipocotilul nu se dezvoltă aproape de loc, iar epicotilul sau plumula se ridică din pămînt întocmai ca un arc. În toate cazurile sau cel

puțin în majoritatea lor, vîrful curbat în jos rămîne cîtva timp închis în interiorul învelișului seminței. La *Corylus avellana*, cotiledoanele sînt hipogee, iar epicotilul este curbat; însă, în cazul special descris în capitolul anterior, vîrful lui fusese vătămat și în sol el a crescut lateral ca o rădăcină; ca urmare, emisese doi lăstari secundari, iar aceștia au străbătut solul, luînd de asemenea formă de arc.

Ciclamenul nu produce nici o tulpină distinctă și la început nu apare decît un singur cotiledon[6]; peţiolul său străbate prin sol ca un arc (fig. 57). *Abronia*, de asemenea, nu are decît un singur cotiledon pe deplin dezvoltat, însă în acest caz hipocotilul, curbat, este cel care iese cel dintîi. *Abronia umbellata* prezintă însă

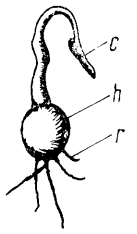
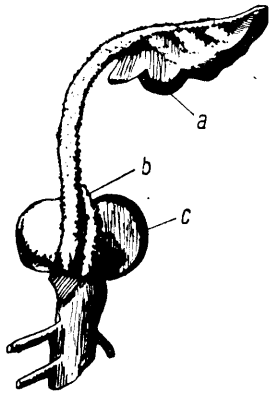


Fig. 57.— *Cyclamen persicum*. Plantulă, figură mărită. *c*, Limbul cotiledonului, încă nedesfăcut, cu peţiolul curbat începînd să se îndrepte; *h*, hipocotilul dezvoltat într-un tubercul; *r*, radicule secundare.

această particularitate, și anume că limbul înfășurat al singurului cotiledon care se dezvoltă (cu endospermul închis în el) are, în timp ce este încă sub pămînt, vîrful întors în sus, paralel cu brațul descendent al hipocotilului curbat; însă el este tras afară din pămînt de creșterea continuă a hipocotilului îndreptat cu vîrful în jos. La *Cycos pectinata*, cotiledoanele sînt hipogee și pentru prima dată o adevărată frunză iese din pămînt, iar peţiolul său formează un arc.

La genul *Acanthus*, cotiledoanele sînt de asemenea hipogee. La *A. mollis*, mai întîi iese din pămînt o singură frunză cu peţiolul curbat; frunza opusă este galbenă, scurtă, dreaptă, mult mai puțin dezvoltată, iar peţiolul ei la început nu



A

Fig. 58 A. — *Acanthus mallis*. Plantulă cu cotiledonul hipogeu; partea de cotiledon dinspre cititor a fost îndepărtată și radiculele tăiate. *a*, Limbul primei frunze care începe să se deschidă cu peţiolul încă parţial curbat; *b*, frunza a doua, opusă, încă imperfect dezvoltată; *c*, cotiledonul hipogeu de pe partea opusă.

este nici pe jumătate atît de gros ca la cealaltă frunză. Frunza nedezvoltată este protejată, fiind situată dedesubtul omologei ei curbate, și este instructiv faptul că frunza aceasta nu este curbată deoarece nu trebuie să-și creeze, cu forţa, un drum prin sol. În schiţa alăturată (fig. 58 *A*) peţiolul primei frunze este îndreptat parţial, iar limbul începe să se desfacă. Pînă în cele din urmă

[6] Aceasta este concluzia la care a ajuns dr. H. Gressner („Bot. Zeitung", 1874, p. 837), care susţine că aceea care a fost considerată de alţi botaniști drept prima frunză adevărată este în realitate cel de-al doilea cotiledon, a cărui dezvoltare este mult întîrziată.

cea de-a doua frunză crește pînă la o dimensiune egală cu cea dintîi, însă acest proces se efectuează în ritmuri foarte diferite la diferiți indivizi; într-un caz, cea de-a doua frunză nu a apărut complet deasupra solului decît la șase săptămîni după prima frunză. Întrucît la întreaga familie a *Acanthaceae*-lor frunzele stau fie opuse, fie în verticile, și, deoarece ele sînt de dimensiuni egale, marea inegalitate între primele două frunze este un fapt neobișnuit. Modul în care a fost treptat dobîndită această inegalitate în dezvoltarea și curbarea pețiolului îl putem înțelege dacă [presupunem că] ea a fost folositoare plantulelor, favorizînd ieșirea lor [la suprafața] solului; aceasta întrucît la *A. candelabrum*, *A. spinosus* și *A. latifolius* există o mare variabilitate în [dezvoltarea] inegală a primelor două frunze și în curbarea pețiolurilor lor. La o plantulă de *A. candelabrum*, prima frunză era curbată și de nouă ori mai lungă decît cea de-a doua, care consta dintr-un simplu stil alb-gălbui, păros și drept. La alte plantule, deosebirea de lungime dintre cele două frunze era în proporție de 3 la 2, sau de 4 la 3 cm, sau numai de 1,9 la 1,55 cm. În aceste din urmă cazuri, prima — și cea mai înaltă — frunză nu era curbată în mod corespunzător. În sfîrșit, la o altă plantulă nu exista nici cea mai mică deosebire ca dimensiune între primele două frunze și la ambele pețiolurile erau drepte; limburile le erau desfăcute și se apăsau unul pe altul, formînd [împreună] o lance sau pană, cu ajutorul căreia ele străbat solul. De aceea, la diferiți indivizi de aceeași specie de *Acanthus*, prima pereche de frunze iese din pămînt prin două metode cu totul diferite; și dacă vreuna din ele s-ar fi dovedit hotărît avantajoasă sau dezavantajoasă, fără îndoială că aceea ar fi devenit curînd precumpănitoare.

Așa Gray a descris [7] modul curios de germinare a trei plante cu totul diferite, la care hipocotilul nu era aproape de loc dezvoltat. De aceea ele au fost studiate de noi în legătură cu subiectul de față.

Delphinium nudicaule. — Pețiolurile alungite ale celor două cotiledoane sînt contopite (cum sînt contopite uneori la bază și limburile lor) și ele străbat solul, avînd forma de arc. Pețiolul seamănă astfel cu un hipocotil în cel mai înșelător mod. La început ele sînt pline, după cîtva timp devin însă tubulare, iar partea bazală de sub pămînt se lărgește formînd o cameră goală, înăuntrul căreia se dezvoltă frunzele tinere fără plumulă proeminentă. Perii radiculari sînt formați la exterior pe pețiolurile contopite fie mai sus de plumulă, fie la același nivel cu ea. La o perioadă timpurie de creștere și cînd este încă în camera goală, prima frunză este complet dreaptă, însă curînd pețiolul ei se curbează, iar umflătura acestei părți (și probabil a limbului) își deschide drum, despicînd o latură a camerei goale, după care frunza iese afară. Într-un caz s-a constatat că despicătura avea lungimea de 3,2 mm și era situată pe linia de contopire a celor două pețioluri. Cînd iese pentru prima dată din camera goală, frunza este îngropată în pămînt și acum partea superioară a pețiolului, în apropierea limbului, se curbează în modul obișnuit. Cea de-a doua frunză iese din despicătură dreaptă sau puțin curbată, însă ulterior în timp ce forțează trecerea prin pămînt, partea superioară a pețiolului se curbează; această curbare are loc cu siguranță în unele faze, însă după părerea noastră, curbarea are loc în toate cazurile.

Megarrhiza californica. — Cotiledoanele acestui dovleac nu se eliberează niciodată din învelișul semințelor și sînt hipogee. Pețiolurile lor sînt complet contopite și formează un tub care se termină la partea inferioară printr-un mic

[7] *Botanical Text-Book*, 1879, p. 22.

vîrf solid, constînd dintr-o foarte mică radiculă și un hipocotil; plumula de asemenea este foarte mică, închisă în interiorul bazei tubului. Această structură era bine reprezentată la un exemplar anormal, la care unul din cele două cotiledoane nu a reușit să producă un peţiol, pe cînd celălalt a produs unul în formă de semicilindru deschis, terminat printr-un vîrf ascuţit, format din părţile pe care tocmai le-am descris. De îndată ce peţiolurile contopite ies din sămînţă, ele se apleacă în jos, deoarece sînt puternic geotrope și pătrund în pămînt. Sămînţa însăși își păstrează poziţia iniţială, fie la suprafaţă, fie îngropată la o oarecare adîncime, după cum este cazul. Dacă vîrful peţiolurilor contopite întîlnește însă vreun obstacol în pămînt, după cum pare să se fi întîmplat cu plantulele descrise și desenate de Asa Gray [8], cotiledoanele sînt ridicate deasupra solului. Peţiolurile sînt acoperite cu peri radiculari ca cei de pe o radiculă veritabilă și ele seamănă cu radiculele prin faptul că devin cafenii cînd sînt cufundate într-o soluţie de permanganat de potasiu. Semințele noastre au fost supuse unei temperaturi înalte și în decurs de 3 sau 4 zile peţiolurile au străbătut perpendicular pămîntul pînă la o adîncime de 5 — 6 cm; și numai atunci radicula adevărată a început să crească. La unul din exemplare, care a fost observat cu grijă, peţiolurile au atins lungimea de 6,25 cm la 7 zile după ce au ieșit în care timp radicula se dezvolta bine. Plumula încă închisă în interiorul tubului avea lungimea de 0,75 cm și era complet dreaptă; însă chiar atunci, deoarece se îngroșase, a început să deschidă prin despicare una din laturile părţii inferioare a peţiolurilor de-a lungul liniilor de contopire. Pînă în dimineaţa următoare, partea superioară a plumulei s-a curbat în unghi drept, iar latura convexă, cotul, a fost astfel forţată să iasă prin despicătură. Aici curbura plumulei joacă deci același rol ca și în cazul peţiolurilor de la *Delphinium*. Deoarece plumula a continuat să crească, vîrful s-a curbat mai mult

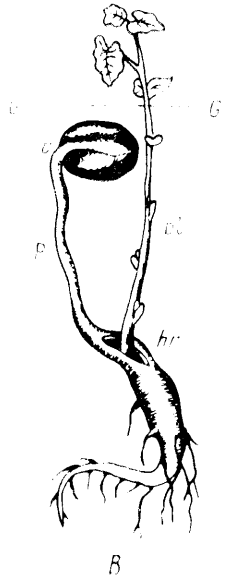


Fig. 58 B. — *Megarrhiza californica*. Schiţa unei plantule, copiată după Asa Gray, redusă la scara de 1/2. *c*, Cotiledoane în interiorul învelișului semințelor, *p*, cele două peţioluri contopite; *h* și *r*, hipocotil și radiculă; *pl*, plumulă; *G...G*, suprafaţa solului.

și în decurs de 6 zile a străbătut cei 6,25 cm de pămînt așezat deasupra, menţinîndu-și în acest timp forma curbată. După ce a ajuns la suprafaţă, vîrful s-a îndreptat în modul obișnuit. În figura alăturată (fig. 58 B) am schiţat o plantulă în această stare avansată de dezvoltare; suprafaţa solului a fost reprezentată prin linia G.....G.

[8] „Amer. Journ of Sci." 1877, vol. XIV, p. 21.

În California, țara lor de baștină, germinația decurge într-un mod oarecum diferit, după cum deducem dintr-o scrisoare interesantă a d-lui Rattan, pe care ne-a trimis-o prof. Asa Gray. Peţiolurile ies din semințe la puțin timp după ploile de toamnă și pătrund în pămînt în general în direcție verticală pînă la o adîncime de 10 și chiar pînă la 15 cm. Ele au fost găsite de d. Rattan în timpul vacanței de crăciun cu plumulele încă închise în interiorul tuburilor ; și el a observat că, dacă plumulele s-ar fi dezvoltat imediat și ar fi ajuns la suprafață (cum se întîmplase cu semințele noastre, care fuseseră expuse la o temperatură ridicată), ele ar fi fost cu siguranță ucise de ger. Ele însă dormitau la o oarecare adîncime sub pămînt și erau astfel ferite de frig ; iar perii radiculari le alimentează cu umiditate suficientă. Vom vedea ulterior că multe plantule sînt ferite de ger, însă printr-un proces foarte diferit, și anume ele sînt trase sub pămînt prin contracția radiculelor lor. Putem totuși crede că modul extraordinar de germinație de la *Megarrhiza* are un alt avantaj secundar. În cîteva săptămîni, radicula începe să se mărească într-un mic tubercul bogat în amidon și numai puțin amar. De aceea, el este foarte susceptibil de a fi devorat de animale dacă nu ar fi apărat prin faptul că, atît cît este tînăr și fraged, este îngropat la cîțiva centimetri sub pămînt. Pînă în cele din urmă radicula atinge mari dimensiuni.

Ipomoea leptophilla. — La majoritatea speciilor din acest gen, hipocotilul este bine dezvoltat și pătrunde prin pămînt ca un arc. Cînd germinează însă, semințele speciei de față se comportă ca cele de *Megarrhiza*, cu deosebirea că peţiolurile alungite ale cotiledoanelor nu sînt contopite. După ce ies din sămînță, ele se unesc la capătul lor inferior cu hipocotilul și cu radicula nedezvoltată, care formează împreună un vîrf lung de numai circa 0,25 cm. La început, ele sînt foarte geotrope și pătrund în pămînt pînă la o adîncime cu puțin mai mare de 1,25 cm. Radicula începe apoi să crească. În patru cazuri, după ce peţiolurile crescuseră pe o mică distanță drept în jos, ele au fost așezate într-o poziție orizontală, în aer umed și în întuneric, iar în decurs de 4 ore peţiolurile s-au curbat iarăși vertical în jos, efectuînd în acest punct un unghi de 90°. Sensibilitatea lor la geotropism nu durează însă decît 2 sau 3 zile ; și numai partea terminală pe o lungime între 0,5 și 1 cm este astfel sensibilă. Cu toate că peţiolurile exemplarelor noastre nu au pătruns în pămînt pînă la o adîncime mai mare de circa 1,25 cm, totuși un timp ele au continuat să crească rapid, atingînd pînă în cele din urmă lungimea considerabilă de circa 7,5 cm. Partea superioară este apogeotropă și de aceea crește drept în sus, în afară de o porțiune mică, foarte aproape de limburi, care într-o perioadă timpurie se îndoaie în jos și iese curbată din pămînt. Ulterior, această porțiune se redresează și atunci cotiledoanele se eliberează din învelișurile seminței. Noi am văzut la diferite părți ale aceluiași organ prezintă foarte diferite feluri de mișcare și de sensibilitate, deoarece partea bazală este geotropă, partea superioară apogeotropă, iar o porțiune aproape de limburi se curbează temporar și spontan. Pentru scurt timp, plumula nu se dezvoltă și, deoarece ea crește între bazele peţiolurilor paralele și foarte apropiate ale cotiledoanelor care, pătrunzînd în pămînt, i-au format o trecere aproape deschisă, plumula nu are nevoie să fie curbată și, în consecință, este întotdeauna dreaptă. Nu știm dacă un timp în țara ei de baștină plumula rămîne îngropată în stare latentă, fiind astfel ferită de frigul iernii. Radicula, ca și la *Megarrhiza*, se dezvoltă într-o masă tuberculiformă, care atinge pînă în cele din urmă o dimensiune foarte mare. La fel se petrec lucrurile și cu *Ipomoea pandurata*, a cărei germinare seamănă, după cum ne informează Asa Gray, cu cea de *I. leptophylla*.

Cazul următor este interesant în legătură cu faptul că peţiolurile au o natură asemănătoare cu rădăcina. Radicula unei plantule a fost tăiată şi îndepărtată deoarece era complet putredă şi cele două cotiledoane, acum separate, au fost plantate. Ele au emis rădăcini de la baza lor şi au continuat să rămînă verzi şi sănătoase timp de două luni. Apoi limburile ambelor s-au veştejit şi, îndepărtîndu-se pămîntul, s-a constatat că bazele peţiolurilor (în loc de radicule) se măriseră, formînd mici tuberculi. Nu ştim dacă acestea ar fi avut capacitatea de a produce două plante independente în vara următoare.

După dr. Engelmann [9], la *Quercus virens* ambele cotiledoane şi peţiolurile lor sînt contopite. Acestea din urmă cresc pînă la lungimea de 2,5 cm sau chiar mai mult şi, dacă înţelegem bine, pătrund în pămînt, aşa încît ele trebuie să fie geotrope. Substanţa nutritivă din interiorul cotiledoanelor este apoi transferată rapid hipocotilului sau radiculei, care se dezvoltă astfel într-un tubercul fusiform. Faptul că cele trei plante foarte distincte de mai sus formează tuberculi ne face să credem că la o vîrstă timpurie, cînd sînt fragede, apărarea lor în contra animalelor este cel puţin unul dintre avantajele dobîndite prin alungirea remarcabilă a peţiolurilor cotiledoanelor, ca şi prin capacitatea lor de a pătrunde în pămînt, cum fac rădăcinile sub influenţa geotropismului.

Se pot cita aici cazurile următoare, deoarece sînt în legătură cu subiectul nostru de faţă, cu toate că nu se referă la plantule. Tulpina florală la *Lathraea squamaria* parazită, care este lipsită de frunze veritabile, iese din pămînt în formă de arc [10], ca şi la *Monotropa hypopitys*, plantă parazită şi lipsită de frunze. La *Helleorus niger*, tulpinile florale, care se ridică în sus independent de frunze, ies de asemenea din pămînt în formă de arc. Aşa este şi la tulpinile florale mult alungite, precum şi la peţiolurile de *Epimedium pinnatum*. Tot aşa şi la peţiolurile de *Ranunculus ficaria* cînd trebuie să iasă din pămînt, însă cînd ies din vîrful tuberculilor deasupra suprafeţei solului ele sînt de la început complet drepte, fapt asupra căruia merită să atragem atenţia. Rahisul ferigii *Pteris aquilina* şi probabil al multor altor ferigi se ridică de asemenea deasupra suprafeţei solului în forma unui arc. Fără îndoială că la o cercetare atentă s-ar putea găsi şi alte faze analoge. În toate cazurile obişnuite de bulbi, rizomi etc., îngropaţi în pămînt, suprafaţa este străpunsă de un con format din frunzele tinere imbricate, a căror creştere combinată le dă suficientă forţă pentru acest scop.

La monocotiledonate, la germinarea seminţelor, din care nu am observat însă un număr mare, plumulele sînt drepte atunci cînd ies din pămînt, de exemplu

[9] „Trans. St. Louis Acad. Sci.", vol. IV, p. 190.

[10] Trecerea tulpinii florale de *Lathraea* prin pămînt nu poate să nu fie considerabil uşurată de cantitatea extraordinară de apă secretată de către frunzele subterane scvamiforme în această perioadă a anului; aceasta nu înseamnă că există vreun motiv de a presupune că această secreţie este o adaptare specială în acest scop: ea decurge probabil din marea cantitate de sevă absorbită la începutul primăverii de către rădăcinile parazite. După o lungă perioadă fără ploaie, pămîntul devenise de culoare deschisă şi foarte uscat, însă ace'aşi pămînt era de culoare închisă şi umed, iar în anumite părţi el era chiar ud pe o distanţă de cel puţin 15 cm de jur împrejurul fiecărei tulpini florale. Apa este secretată de glande (descrise de Cohn, *Berichet. Bot. Sektion den Schlesischen Gesell*, 1876, p. 113), aşezate de-a lungul canalelor longitudinale care căptuşesc fiecare frunză scvamiformă. O plantă mare a fost dezgropată, spălată de pămînt şi lăsată cîtva timp să se usuce, apoi seara a fost pusă pe o placă uscată de sticlă, acoperită cu un clopot de sticlă; pînă în dimineaţa următoare ea a secretat o mare băltoacă de apă. Placa a fost ştearsă şi uscată şi în decursul următoarelor 7 sau 8 ore o altă mică băltoacă a fost secretată, iar după alte 16 ore mai multe picături mari. O plantă mai mică a fost spălată şi pusă într-un vas mare care a fost lăsat înclinat timp de o oră ca să se scurgă toată apa. Vasul a fost apoi îndreptat şi închis; după 23 de ore s-au strîns 120 g de apă de la fundul vasului şi ceva mai mult după alte 25 de ore. Tulpinile florale au fost tăiate acum şi îndepărtate, deoarece nu mai secretă; s-a constatat că partea subterană a plantei cîntărea 106,8 g, iar apa secretată în timpul celor 48 de ore cîntărea 11,9 g, adică 1/9 din întreaga greutate a plantei, afară de tulpinile florale. Trebuie amintit că plantele în stare naturală ar secreta în 48 de ore probabil mult mai mult decît marea cantitate de mai sus, deoarece rădăcinile lor ar continua tot timpul să absoarbă seva din planta pe care ele sînt parazite.

la *Asparagus* și *Canna*. La graminee, cotiledoanele în formă de teacă sînt de asemenea drepte; ele se termină însă printr-o muchie ascuțită, care este albă și puțin întărită; structura aceasta ușurează evident ieșirea lor din pămînt; primele frunze veritabile scapă din teacă printr-o despicătură de sub vîrful în formă de daltă și care formează un unghi drept cu teaca. La ceapă (*Allium cepa*) ne întîlnim iarăși cu un arc, cotiledonul în formă de frunză fiind brusc curbat atunci cînd iese din pămînt, cu vîrful încă închis în învelișul seminței. După cum s-a descris mai sus, vîrful arcului se dezvoltă într-o proeminență conică, albă, pe care putem să o considerăm ca fiind o adaptare specială pentru această funcție.

Faptul că atît de multe organe de diferite feluri—hipocotilele și epicotilele, pețiolurilor unor cotiledoane și ale unor prime frunze, cotiledoanele cepei, rahisul unor ferigi și cîteva tulpini florale — sînt toate curbate atunci cînd ies din pămînt arată cît de corecte sînt observațiile dr. Haberlandt [11] asupra importanței îndoirii în formă de arc a plantelor. El atribuie importanța principală faptului că părțile superioare tinere și mai delicate ale hipocotilului sau epicotilului sînt ferite de frecare și presiune în felul acesta cît timp ele ies din pămînt. Credem însă că o oarecare importanță poate fi atribuită și forței sporite dobîndite de hipocotil, epicotil sau de un alt organ prin faptul că a fost mai întîi curbat; deoarece ambele brațe ale arcului sporesc în lungime și ambele au puncte de rezistență atît timp cît vîrful rămîne închis în învelișul seminței; și astfel vîrful arcului este împins în sus prin pămînt cu o forță dublă decît cea pe care o poate exercita un hipocotil drept etc. Totuși, de îndată ce capătul superior s-a eliberat, toată munca trebuie executată de către brațul bazal. În cazul epicotilului fasolei comune, brațul bazal (vîrful fiind eliberat din învelișul seminței) a crescut cu o forță suficientă pentru a ridica o placă subțire de zinc încărcată cu [greutatea de] 340 g. S-au adăugat încă 60 g și cele 400 g au fost ridicate la o înălțime foarte mică și apoi epicotilul a cedat și s-a curbat de o parte.

În privința cauzei principale a procesului de curbare, am crezut mult timp, în cazul multor plantule, că acesta ar putea fi atribuit modului de strîngere și curbare a hipocotilului sau epicotilului în interiorul seminței și că forma curbată astfel dobîndită nu a fost decît păstrată pînă ce părțile respective au ajuns la suprafața solului. În orice caz însă, este îndoielnic dacă acesta este întreg adevărul. De exemplu, în cazul bobului comun, epicotilul sau plumula sînt curbate în formă de arc cînd ies din învelișul seminței, după cum se vede în figura 59 (p. 164). Plumula iese mai întîi ca o protuberanță solidă (*c*, *A*), care după o creștere de 24 de ore se vede (*c*, *B*) că a devenit vîrful unui arc. Totuși, în cazul mai multor semințe de bob care au germinat în aer umed și care au fost prin aceasta tratate într-un fel nenatural, la ele s-au dezvoltat mici plumule în axilele pețiolurilor celor două cotiledoane și aceste plumule erau tot atît de perfect curbate ca și plumula normală; totuși, ele se dezvoltaseră libere, nesupuse vreunei presiuni, deoarece învelișurile semințelor complet rupte creșteau în aer liber. Aceasta dovedește că plumula are o tendință înnăscută sau spontană de a se curba.

În alte cîteva cazuri, hipocotilul sau epicotilul iese din sămînță mai întîi numai puțin curbat; însă ulterior, curbura se mărește independent de vreo constrîngere. Arcul se îngustează în așa fel, încît cele două brațe, uneori foarte lungite,

[11] *Die Schutzeinrichtungen in der Entwickelung der Keimpflanze*, 1877. Am aflat multe din această lucrare interesantă, cu toate că observațiile noastre ne fac să avem asupra cîtorva puncte o părere diferită de cea a autorului.

ajung paralele și foarte apropiate unul de altul și în acest fel foarte potrivite pentru a străbate solul.

La multe specii de plante, radicula, cît timp este încă închisă în interiorul seminței și după ce a ieșit, este situată pe o aceeași linie dreaptă cu viitorul hipocotil și cu axa longitudinală a cotiledoanelor. Așa este la *Cucurbita ovifera*; totuși, în orice poziție ar fi fost îngropate semințele, hipocotilul a ieșit întotdeauna curbat într-o anume direcție. S-au plantat semințe în turbă friabilă la o adîncime de circa 2,5 cm, în poziție verticală, cu capătul de unde iese radicula așezat în jos. De aceea toate părțile ocupau aceleași poziții relative pe care le vor avea după ce plantulele se vor fi ridicat în mod net deasupra suprafeței solului. În pofida acestui fapt, hipocotilul s-a curbat și, deoarece arcul făcut de acesta a crescut în sus prin turbă, semințele îngropate, fie că au fost răsturnate, fie în poziție orizontală, au fost trase apoi spre suprafață. Pînă în cele din urmă hipocotilul s-a redresat în modul obișnuit; și acum, după toate aceste mișcări, diferitele părți ocupau aceeași poziție una față de alta și față de centrul pămîntului pe care o avuseseră cînd semințele au fost îngropate pentru prima dată. În acest caz și în altele asemănătoare s-ar susține că, deoarece hipocotilul crește în sus prin pămînt, sămînța se va apleca aproape sigur pe o parte; și apoi, din cauza rezistenței pe care trebuie să o ofere în decursul ridicării ei ulterioare, partea superioară a hipocotilului se va îndoi în jos, curbîndu-se. Această ipoteză pare mai probabilă, întrucît la *Ranunculus ficaria* numai pețiolurile frunzelor care și-au forțat trecerea prin pămînt erau curbate, și nu cele care au apărut la vîrful tuberculilor de la suprafață. Totuși, această explicație nu se aplică la *Cucurbita*, deoarece, atunci cînd semințele puse la încolțit în aer umed erau suspendate în diferite poziții cu ajutorul acelor trecute prin cotiledoane și apoi fixate de interiorul capacelor vaselor, într-un astfel de caz cotiledoanele nu erau supuse nici unei frictiuni sau constricții și totuși partea superioară a hipocotilului s-a curbat spontan. Acest fapt dovedește, de altfel, că nu greutatea cotiledoanelor este cea care determină curbarea. Semințe de *Helianthus annuus* și de două specii de *Ipomoea* (cele de *I. bona nox* fiind pentru acest gen mari și grele) au fost fixate cu ace în același fel de hipocotilele lor s-au curbat spontan, iar radiculele care atîrnau vertical au luat în consecință o poziție orizontală. La *Ipomoea leptophylla* pețiolurile cotiledoanelor sînt cele care se curbează atunci cînd se ridică prin pămînt; și aceasta s-a întîmplat spontan cînd semințele au fost fixate de capacele vaselor.

S-ar putea totuși sugera cu oarecare probabilitate că inițial curbarea a fost cauzată de constricția mecanică provocată de închiderea părților respective în interiorul învelișului semințelor sau de frecarea lor cînd erau trase în sus. Însă, dacă este așa, trebuie să admitem în cazurile pe care le-am expus mai sus că la multe plante a devenit acum puternic ereditară tendința ca partea superioară a diferitelor organe [ale plantulei] să se aplece în jos și astfel să se curbeze. Curbarea, oricărei cauze ar fi ea datorată, este rezultatul circumnutației modificate prin intensificarea creșterii de-a lungul laturii convexe a părții în dezvoltare; după cum se va descrie ulterior, asemenea creștere este doar temporară, întrucît intensificarea creșterii laturii convexe se îndreaptă ulterior întotdeauna prin intensificarea laturii concave.

Este un fapt curios că unele plante, la care hipocotilele nu sînt decît puțin dezvoltate și care nu își ridică niciodată cotiledoanele deasupra solului, moștenesc totuși o ușoară tendință de a se curba, cu toate că această mișcare nu le este de absolut nici un folos. Ne referim la o mișcare descrisă de Sachs la hipocotilele de

bob și ale altor leguminoase, care se observă în figura alăturată (fig. 59), reprodusă din lucrarea sa [12]. La început, hipocotilul și radicula cresc perpendicular în jos, ca în *A*, și apoi se curbează adesea în decurs de 24 de ore pînă în poziția arătată în *B*. Deoarece va trebui să revenim adesea la această mișcare, o vom denumi, pentru a fi concișI, „curbura lui Sachs". La prima vedere s-ar putea crede că poziția modificată a radiculei în *B* se datora complet excrescenței epicotilului (*e*), peţiolul (*p*) servind drept pivot; și probabil că aceasta este în parte cauza; însă hipocotilul și partea superioară a radiculei s-au curbat ele însele puțin.

Mișcarea de mai sus la bob a fost văzută de noi de repetate ori, însă observațiile noastre au fost făcute mai ales la *Phaseolus multiflorus*, ale cărei cotile-

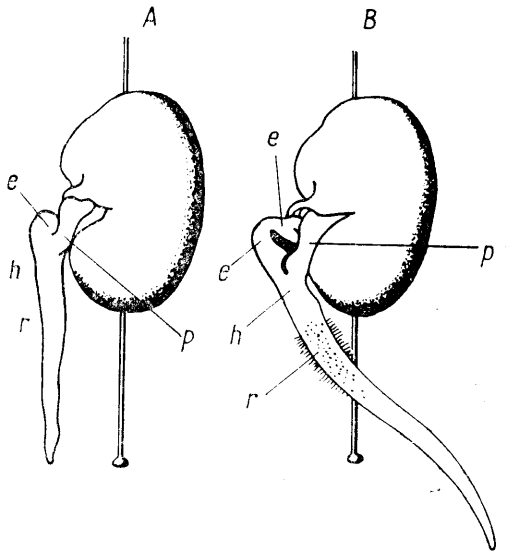


Fig. 59. — *Vicia faba*. Semințe în curs de germinare suspendate în aer umed. *A*, Cu radicula crescînd drept în jos; *B*, același bob după 24 de ore și după ce radicula s-a curbat; *r*, radicula; *h*, hipocotilul scurt; *e*, epicotilul în formă de măciulie în *A* și ca un arc în *B*; *p*, peţiolul cotiledonului, ultimul închis în interiorul învelișului seminței.

doane sînt de asemenea hipogee. Cîteva plantule cu radicule bine dezvoltate au fost scufundate mai întîi într-o soluție de permanganat de potasiu; judecînd după schimbările de culoare (cu toate că acestea nu erau prea bine definite), hipocotilul era lung de circa 0,75 cm. S-au tras acum linii drepte, subțiri, negre de-a lungul hipocotilului, plecîndu-se de la bazele peţiolurilor scurte a 23 de semințe care germinau, fixate cu ace de capacele vaselor, în general cu hilul în jos și cu rădăcinile orientate spre centrul pămîntului. După un interval de 24 — 48 de ore, liniile negre de pe hipocotilele a 16 din cele 23 de plantule s-au încovoiat în mod evident în proporții foarte diferite (anume cu raze cuprinse între 20 și 80 mm pe ciclometrul lui Sachs) în aceeași direcție relativă, după cum se vede în *B* din figura 59. Deoarece este evident că geotropismul va tinde să oprească această curbură, s-a lăsat ca 7 semințe să încolțească, cu precauție corespunzătoare pentru creșterea lor, într-un clinostat [13], mijloc prin care geotropismul a fost eliminat. Poziția hipocotilelor a fost observată timp de 4 zile consecutiv și ele au continuat să se curbeze către hil și suprafața inferioară a seminței. A patra zi ele erau deviate în medie cu un unghi de 63° de la o linie perpendiculară pe suprafața inferioară și erau mult mai curbate decît hipocotilul și radicula bobului din *B* (fig. 59), cu toate că direcția curbării era relativ aceeași.

[12] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1873, vol. I, p. 403.

[13] Un instrument conceput de Sachs, constînd în primul rînd dintr-un ax orizontal care se învîrtește încet, pe care este susținută planta sub observație; vezi „Würzburg Arbeiten", 1879, p. 200.

Cred că se va admite că toate leguminoasele cu cotiledoane hipogee se trag din forme care își ridicau cîndva cotiledoanele la suprafață în modul obișnuit; și, făcînd astfel, este sigur că hipocotilele lor trebuie să se fi curbat brusc ca la oricare altă plantă dicotiledonată. Aceasta [apare] deosebit de clar în cazul lui *Phaseolus*, deoarece din cinci specii ale căror plantule le-am observat, și anume *P. multiflorus*, *P. caracalla*, *P. vulgaris*, *P. hernandesii* și *P. roxburghii* (locuitor al lumii vechi și noi), ultimele trei specii au hipocotile bine dezvoltate, care ies din pămînt în formă de arc. Or, dacă ne-am imagina că o plantulă de bob comun sau de *P. multiflorus* s-ar comporta cum o făceau cîndva strămoșii ei, hipocotilul ei (*h*, fig. 59), în orice poziție ar fi fost îngropată sămînța s-ar fi curbat atît de mult, încît partea superioară s-ar fi îndoit în jos [devenind] paralelă cu partea inferioară, ceea ce înseamnă că într-un grad mult mai redus. De aceea cu greu ne putem îndoi că hipocotilele lor scurte nu și-au păstrat tendința ereditară de a se curba cum se curbau într-o perioadă anterioară, cînd această mișcare era foarte importantă pentru a străbate solul, cu toate că mișcarea a devenit inutilă, deoarece acum cotiledoanele sînt hipogee. În majoritatea cazurilor, structurile rudimentare sînt foarte variabile și ne-am putea aștepta ca acțiuni atît de rudimentare sau ieșite din uz să fie tot așa [de variabile], iar curbura lui Sachs ne putem aștepta să varieze ca amploare extrem de mult și uneori să lipsească cu totul. Acesta este unicul caz (cunoscut de noi) de moștenire, deși într-un grad redus, a mișcărilor care au devenit inutile din cauza modificărilor suferite de specii.

Cotiledoane rudimentare. — S-ar putea intercala aici cîteva observații asupra acestui subiect. Este bine cunoscut că unele plante dicotiledonate nu produc decît un singur cotiledon, de exemplu anumite specii de *Ranunculus*, *Corydalis*, *Chaerophyllum*; și ne vom strădui să arătăm aici că pierderea unuia sau a ambelor cotiledoane pare să se datoreze unor rezerve de hrană depozitată în altă parte, ca, de pildă, în hipocotil, într-unul din cele două cotiledoane sau într-una din radiculele secundare. La portocală (*Citrus aurantium*), cotiledoanele

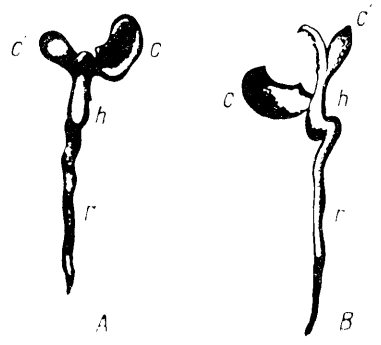


Fig. 60. — *Citrus aurantium*. Două plantule tinere. *c*, Cotiledon mai mare; *c'*, cotiledon mai mic; *h*, hipocotil îngroșat; *r*, radiculă. În *A* epicotilul este încă curbat, în *B* el a devenit drept.

sînt hipogee și unul este mai mare decît celălalt, după cum se vede în fig. 60, *A*. În *B*, inegalitatea este puțin mai mare și tulpina a crescut între punctele de inserție ale celor două pețioluri, așa încît ele nu sînt opuse; într-alt caz separația ajunge la 0,5 cm. Cotiledonul mai mic al unei plantule era extrem de subțire și nu avea nici jumătate din lungimea celui mai mare, așa încît el era evident pe cale de a deveni rudimentar[14]. La toate aceste plantule hipocotilul era mărit sau îngroșat.

[14] La *Pachira aquatica*, după descrierea lui R. L. Lynch („Journ. Linn. Soc. Bot.", 1878, vol. XVII, p. 147), unul dintre cotiledoanele hipogee este de o mărime considerabilă; celălalt este mic și cade curînd după încolțire; nu întotdeauna perechea de cotiledoane este opusă. La o altă plantă acvatică foarte diferită, *Trapa natans*, unul dintre cotiledoane, conținînd substanță făinoasă, este mult mai mare decît celălalt, care este abia vizibil, după cum afirmă A. de Candolle în *Physiologie végétale*, 1832, vol. II, p. 834.

La *Abronia umbellata*, unul dintre cotiledoane este cu totul rudimentar, după cum se poate vedea în figura 61, *c'*. La acest exemplar el constă dintr-un mic bob verde, lung de 0,3 mm, lipsit de peţiol şi acoperit de glande ca cele de pe cotiledonul pe deplin dezvoltat (*c*). La început, el era situat în faţa cotiledonului mai mare, însă, pe măsură ce peţiolul acestuia din urmă se lungea şi creştea în aceeaşi linie cu hipocotilul (*h*), rudimentul apărea în plantulele mai bătrîne ca şi cînd ar fi fost situat la o oarecare distanţă în josul hipocotilului. La *Abronia arenaria* există un rudiment similar, care la un exemplar era lung de 0,25 mm, iar

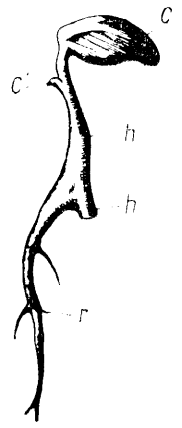


Fig. 61. — *Abronia umbellata*. Plantula de două ori mai mare decît în natură. *c*, Cotiledon; *c'*, cotiledon rudimentar; *h*, hipocotil mărit, cu un călcîi sau proeminenţă (*h'*) la capătul inferior; *r*, radiculă.

la altul de 0,3 mm; pînă în cele din urmă, el părea să fie situat în jos la jumătatea hipocotilului. La ambele aceste specii, hipocotilul este atît de mult mărit, mai ales la o vîrstă foarte timpurie, încît aproape că ar fi putut fi numit tubercul. Capătul inferior formează un călcîi sau proeminenţă, a cărei întrebuinţare va fi descrisă ulterior.

La *Cyclamen persicum* hipocotilul, chiar atunci cînd este în interiorul seminţei, este mărit, formînd un tubercul vertical[15] şi la început nu se dezvoltă decît un singur cotiledon (fig. 57). La *Ranunculus ficaria* nu se formează niciodată două cotiledoane şi aici una din cele două radicule secundare se dezvoltă la o vîrstă timpurie într-un aşa-numit tubercul[16]. De asemenea, anumite specii de *Chaerophyllum* şi *Corydalis* nu produc decît un singur cotiledon[17]. La primele hipocotilul, iar la ultimele radicula sînt mărite, formînd, după Irmisch, un tubercul.

În mai multe din cazurile precedente, dezvoltarea unuia dintre cotiledoane este întîrziată, dimensiunea lui fiind redusă sau rudimentară ori complet avortată; însă în alte cazuri, ambele cotiledoane sînt reprezentate prin simple rudimente. La *Opuntia basilaris* nu este aşa, deoarece ambele cotiledoane sînt groase şi mari, iar hipocotilul la început nu dă nici un semn că se va mări, însă ulterior, cînd cotiledoanele s-au veştejit şi s-au desprins, hipocotilul se îngroaşă şi, din cauza formei sale ascuţite, a scoarţei netede, dure şi cafenii, el seamănă cu o rădăcină, cu atît mai mult cu cît în cele din urmă este tras în jos la o oarecare adîncime. Pe de altă parte, la mai multe alte *Cacteae*, hipocotilul este de la început mult îngroşat şi ambele cotiledoane sînt aproape complet sau complet rudimentare. Astfel la *Cereus landbeckii*, două mici proeminenţe triunghiulare, reprezentînd

[15] Dr. H. Gressner, „Bot. Zeitung", 1874, p. 824.

[16] Irmisch, *Beiträge zur Morphologie der Pflanzen*, 1854, p. 11 şi 12; „Bot. Zeitung", 1874, p. 805.

[17] Delpino, „Revista botanică", 1877, p. 21. Din relatarea lui Vaucher (*Hist. Phys. des Plantes d'Europe*, 1841, vol. I, p. 149) asupra germinării seminţelor a mai multe specii de *Corydalis*, este evident că bobul sau tuberculul începe să se formeze la o vîrstă foarte timpurie.

cotiledoanele, sînt mai înguste decît hipocotilul (piriform) și cu vîrful în jos. La *Rhipsalis cassytha* cotiledoanele sînt reprezentate prin simple vîrfuri situate pe hipocotilul mărit. La *Echinocactus viridescens* hipocotilul este sferic, cu două mici proeminențe în vîrf. La *Pilocereus houlletii*, hipocotilul, mult umflat în partea superioară, este numai crestat la vîrf și fiecare parte a crestăturii reprezintă evident un cotiledon. *Stapelia sarpedon*, un reprezentant al familiei foarte distincte a *Asclepiadeae*-lor, este cărnoasă ca un cactus; și la aceasta de asemenea partea superioară a hipocotilului turtit este mult îngroșată și poartă două cotiledoane foarte mici, care măsurate pe fața lor internă aveau lungimea de numai 0,375 cm, iar lățimea nici măcar un sfert din diametrul pe care-l prezintă hipocotilul la nivelul axei celei mai scurte; totuși, aceste cotiledoane foarte mici probabil că nu sînt cu totul inutile, deoarece, atunci cînd hipocotilul străbate prin pămînt, sub forma unui arc, ele sînt închise sau strînse unul de altul, apărînd astfel plumula. Ulterior ele se deschid.

Din diferite cazuri expuse mai sus, care se referă la plante complet distincte, putem deduce că există o legătură strînsă între dimensiunea redusă a unuia sau a ambelor cotiledoane și formarea, prin mărirea hipocotilului sau a radiculei, a unui așa-numit tubercul. Se poate pune întrebarea: ce apare mai întîi, tendința de avortare a cotiledoanelor sau începutul formării unui tubercul? Deoarece în mod natural toate dicotiledonatele formează două cotiledoane bine dezvoltate, în vreme ce grosimea hipocotilului și a radiculei este foarte deosebită la diferite plante, pare probabil ca ultimele organe, din vreo cauză oarecare, să se fi îngroșat mai întîi — pare-se în legătură, în mai multe cazuri, cu natura cărnoasă a plantei mature — în vederea înmagazinării unei rezerve suficiente de hrană pentru plantulă, iar ulterior, unul sau ambele cotiledoane devenind inutile, să se fi redus ca dimensiuni. Nu este surprinzător ca uneori numai un cotiledon să fi fost astfel influențat, deoarece la unele plante, ca, de exemplu, la varză, cotiledoanele sînt la început de dimensiune inegală, datorită, după cît se pare, modului în care ele sînt dispuse în interiorul seminței. Din legătura de mai sus nu decurge totuși că, ori de cîte ori un tubercul este format la o vîrstă timpurie, unul sau ambele cotiledoane devin neapărat de prisos și, în consecință, [ele ajung să fie] mai mult sau mai puțin rudimentare. În sfîrșit, aceste cazuri ne oferă o bună ilustrație a principiului de compensație sau a echilibrului de creștere; or, după cum spunea Goethe, „cînd natura cheltuiește într-o parte, ea este obligată să economisească într-altă parte".

Circumnutația și alte mișcări ale hipocotilelor și epicotilelor au loc atunci cînd [aceste organe] sînt încă curbate și îngropate în pămînt și în timp ce străbat solul. — După poziția pe care sămînța s-a întîmplat s-o aibă cînd a fost îngropată, hipocotilul sau epicotilul curbat va începe să iasă într-un plan orizontal, într-unul mai mult sau mai puțin înclinat sau într-unul vertical. Apogeotropismul acționează din perioada cea mai timpurie asupra ambelor brațe ale arcului, afară numai de cazul cînd ele stau drept în sus. Ca urmare, ambele [brațe] se curbează în sus pînă ce arcul devine vertical. În decursul întregului proces, chiar înainte ca arcul să fi străbătut prin pămînt, el încearcă în mod continuu să circumnuteze într-o mică măsură; după cum circumnutează, dacă din întîmplare stă la început drept în sus, toate aceste cazuri sînt observate și descrise mai mult sau mai puțin complet în capitolul precedent. După ce arcul a crescut în sus pînă la o oarecare înălțime, partea bazală încetează de a circumnuta, pe cînd partea superioară continuă să circumnuteze. Pînă cînd nu am luat cunoștință de observațiile prof.

Wiesner, ne-a părut inexplicabil faptul că un hipocotil sau un epicotil fixat în pămînt era capabil să circumnuteze cu cele două brațe ale sale. În cazul anumitor plantule ale căror vîrfuri sînt curbate în jos (sau care nutează), el a arătat [18] că, în vreme ce partea posterioară a porțiunii superioare sau atîrnînde crește cel mai repede, partea anterioară și opusă a porțiunii bazale a aceluiași internod crește tot așa de repede, aceste două porțiuni fiind separate printr-o zonă indiferentă, unde creșterea este egală de toate părțile. Pot exista chiar mai multe zone indiferente în același internod; iar laturile opuse ale părților de deasupra și de dedesubtul fiecăreia dintre aceste zone cresc mult mai repede. Wiesner numește acest mod curios de creștere „nutația ondulată".

Circumnutația depinde de faptul că una din laturile unui organ crește mai repede decît altele (creștere precedată probabil de o intensificare a turgescenței), iar apoi o altă latură, în general cea aproape opusă, crește de data aceasta cel mai repede. Or, dacă privim un arc ca acesta și presupunem că o întreagă latură — să zicem că întreaga latură convexă a ambelor brațe — s-ar lungi, aceasta nu ar face ca arcul să se aplece către una din părți. Dacă însă latura sau suprafața exterioară a brațului stîng s-ar lungi, arcul s-ar răsturna spre dreapta, creșterea ar fi ajutată de lungirea laturii interioare a brațului drept. Dacă, ulterior, procesul ar fi fost inversat, arcul s-ar fi răsturnat spre partea opusă, spre stînga și așa mai departe, în mod alternativ, adică arcul ar fi circumnutat. Deoarece un hipocotil curbat, cu cele două brațe fixate în pămînt, cu siguranță că circumnutează și întrucît el constă dintr-un singur internod, putem conchide că el crește în modul descris de Wiesner. Se poate adăuga că vîrful arcului nu crește sau crește foarte încet, deoarece nu crește mult în înălțime, în timp ce arcul însuși crește mult. Mișcările de circumnutație ale hipocotilelor și epicotilelor curbate îi vor ajuta aproape sigur să pătrundă în pămînt, dacă acesta este umed și moale, cu toate că ieșirea vîrfului depinde fără îndoială mai ales de forța exercitată de creșterea longitudinală. Cu toate că arcul nu circumnutează decît în mică măsură și probabil cu mică forță, el este totuși capabil să miște pămîntul din apropierea suprafeței, deși nu ar putea face acest lucru la o adîncime moderată. Un ghiveci cu semințe de *Solanum palinacanthum*, ale cărui hipocotile înalte și curbate ieșiseră și creșteau relativ încet, a fost acoperit cu nisip fin argilos, umed, care la început înconjura strîns bazele arcurilor; curînd însă, în jurul fiecăruia din arcuri s-a format o brazdă strînsă, deschisă, care nu putea fi explicată decît prin faptul că ele au presat nisipul în toate părțile, deoarece nici o astfel de brazdă nu înconjura cele cîteva bețișoare și ace care fuseseră înfipte în nisip. S-a arătat mai sus că cotiledoanele de *Phalaris* și *Avena*, plumulele de *Asparagus* și hipocotilele de *Brassica* erau de asemenea capabile să deplaseze în același fel nisipul fie numai pe timpul cît circumnutau, fie pe cînd se încurbau spre o lumină [așezată] lateral.

Atîta timp cît un hipocotil sau epicotil curbat rămîne îngropat în pămînt, cele două brațe ale sale nu se pot separa unul de altul decît într-o mică măsură atunci cînd pămîntul cedează; însă, de îndată ce arcul iese la suprafață sau dacă la o dată mai timpurie presiunea pămîntului înconjurător este îndepărtată artificial, arcul începe imediat să se îndrepte. Aceasta se datorește fără îndoială creșterii [care are loc] de-a lungul întregii suprafețe interioare a ambelor brațe ale arcului, asemenea creștere fiind oprită sau împiedicată atîta timp cît cele două brațe ale arcului sînt puternic presate unul de altul. Atunci cînd pămîntul este îndepărtat

[18] *Die undulierende Nutation der Internodien*, Akad. der Wissenschaft. Viena, 17 ianuarie 1878. Publicată de asemenea separat, vezi p. 32.

din jurul unui arc și cele două brațe sînt legate laolaltă la nivelul bazelor lor, creșterea părții inferioare a vîrfului [arcului] îl face ca după un timp să devină mult mai turtit și mai lat decît în condiții naturale. Procesul de îndreptare constă dintr-o formă modificată de circumnutație, deoarece liniile descrise în decursul acestui proces (cum [se întîmplă] cu hipocotilul de *Brassica* și cu epicotilul de *Vicia* și *Corylus*) erau adesea evident în zigzag și uneori în buclă. După ce hipocotilele sau epicotilele au ieșit din pămînt, ele au devenit repede perfect drepte. Nu rămîne nici o urmă din curbura anterioară, în afară de la *Allium cepa*, la care cotiledonul rareori devine complet drept, datorită proeminenței dezvoltate pe vîrful arcului.

Intensificarea creșterii de-a lungul suprafeței inferioare a arcului, care determină redresarea sa, pare să înceapă cu brațul bazal sau cu cel care este unit de radiculă, deoarece, după cum am observat adesea, acest braț este mai întîi curbat înapoi spre celălalt braț. Această mișcare ușurează retragerea vîrfului epicotilului sau a cotiledoanelor, după cum este cazul, din interiorul învelișului semințelor și din pămînt. Adesea însă, cotiledoanele ies din pămînt încă strîns închise în interiorul învelișului semințelor, care pare să servească la apărarea lor. Ulterior, învelișul semințelor [testa] este rupt și aruncat prin umflarea cotiledoanelor strîns unite, și nu prin vreo mișcare sau prin separarea lor unul de altul.

Totuși, în cîteva cazuri, mai ales la *Cucurbitaceae*, învelișul semințelor este rupt [cu ajutorul unui] dispozitiv curios, descris de d. Flahault [19]. Pe o parte a vîrfului radiculei sau a bazei hipocotilului se dezv[illegible] o proeminență în formă de călcîi, care ține în jos jumătatea inferioară a învelișului semințelor (radicula fiind fixată în pămînt), în timp ce hipocotilul curbat ce crește continuu forțează [împingerea] în sus a jumătății superioare și rupe învelișul semințelor la unul din capete, apoi cotiledoanele sînt ușor retrase. Figura 62 ne va face să înțelegem această descriere. Patruzeci și unu de semințe de *Cucurbita ovifera* au fost puse peste [un strat] de pămînt de turbă și acoperite cu o pătură de pămînt, nu prea presat, de aproximativ 2,5 cm grosime, așa încît, atunci cînd cotiledoanele erau trase în sus, ele erau supuse la foarte puțină frecare; totuși, 40 din ele au ieșit dezgolite, învelișul seminței rămînînd îngropat în turbă. Aceasta s-a datorat fără îndoială acțiunii proeminenței în formă de călcîi, deoarece, atunci cînd această proeminență a fost împiedicată de a acționa, cotiledoanele erau, după cum vom vedea îndată, ridicate în sus, dar închise încă în învelișul seminței lor. Învelișul seminței a fost totuși [rupt și] aruncat în decurs de 2—3 zile prin umflarea cotiledoanelor. Cîtă vreme nu a avut loc [ruperea testei], lumina a fost ca și exclusă, iar cotiledoanele nu au putut descompune CO_2; probabil însă că nimeni nu s-ar fi gîndit că avantajul dobîndit prin degajarea mai timpurie din învelișul seminței ar fi suficient ca să explice dezvoltarea proeminenței menționate. Totuși, după d. Flahault, plantulele care au fost împiedicate să se degaje din învelișurile semințelor pe cînd erau încă sub pămînt rămîn în urma celor care au ieșit cu cotiledoanele dezgolite, gata să acționeze.

Proeminența în formă de călcîi se dezvoltă cu o repeziciune extraordinară, deoarece ea se putea distinge de-abia la două plantule care aveau radicule lungi de 0,87 cm, însă după un interval de numai 24 de ore proeminența era bine dezvoltată la ambele. După d. Flahault, proeminența se formează prin mărirea straturilor parenchimului cortical de la baza hipocotilului. Dacă judecăm însă după

[19] „Bull. Soc. Bot. de France", 1877, vol. XXIV, p. 201.

efectele pe care le produce colorarea ei cu o soluție de permanganat de potasiu, proeminența se dezvoltă exact pe linia de unire a hipocotilului cu radicula, deoarece suprafața inferioară, plată, precum și marginile hipocotilului erau colorate cafeniu, ca și radicula, pe cînd suprafața sa superioară, ușor înclinată, a rămas necolorată, ca și hipocotilul, cu excepția de fapt numai a uneia din cele 33 de plantule scufundate în [permanganat], la care o mare parte a suprafeței superioare a hipocotilului era colorată cafeniu. Uneori rădăcini secundare apar din suprafața inferioară a proeminenței, care pare astfel în toate privințele a fi de natură radiculară. Proemi-

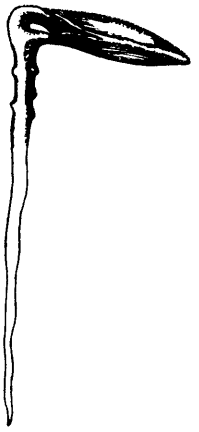


Fig. 62. — *Cucurbita ovifera*. Sămînța în curs de germinare arătînd proeminența în formă de cîlcîi, care apare de o parte a vîrfului radiculei și ține în jos vîrful inferior al învelișului seminței, care a fost rupt parțial de creșterea hipocotilului curbat.

nența se dezvoiltă întotdeauna pe partea care devine concavă prin curbarea hipocotilului; și nu ar fi de nici un folos dacă s-ar forma în oricare altă parte. Ea se dezvoltă întotdeauna pe fața inferioară plată, care, după cum s-a arătat mai sus, constituie o parte a radiculei, formează un unghi drept și este situată într-un plan orizontal față de radiculă. Aceasta reiese clar dacă îngropăm cîteva semințe plate și subțiri în aceeași poziție ca în figura 62, de care se deosebesc prin aceea că ele nu au fost așezate pe partea lor lată, turtită, ci au fost așezate cu una din muchii în jos. S-au plantat în acest fel 9 semințe și proeminența s-a dezvoltat în aceeași poziție față de radiculă ca în figura 62, prin urmare ea nu era așezată pe vîrful turtit al jumătății inferioare a învelișului seminței, ci era introdusă ca o pană între cele două vîrfuri. Pe măsură ce hipocotilul curbat creștea în sus, el tindea să tragă în sus întreaga sămînță, iar pana se freca inevitabil de ambele vîrfuri fără să se prindă în jos nici unul din ele. Rezultatul a fost că la cinci din cele nouă semințe astfel așezate cotiledoanele au fost ridicate la suprafață încă închise în învelișul lor. Patru semințe au fost îngropate cu capătul din care iese radicula îndreptat vertical în jos și, datorită faptului că [proeminența în formă de] pană se dezvoltă întotdeauna în aceeași poziție, numai extremitatea ei a venit în contact cu una din părțile vîrfului învelișului seminței și s-a frecat de ea; rezultatul a fost că cotiledoanele tuturor celor patru semințe au ieșit la suprafață, fiind situate încă în interiorul învelișului semințelor lor. Aceste cazuri ne arată cum se coordonează acțiunea proeminenței cu poziția pe care semințele late, subțiri și turtite o vor ocupa aproape întotdeauna atunci cînd ele sînt semănate în mod natural. Atunci cînd vîrful jumătății inferioare a învelișului semințelor a fost tăiat și îndepărtat, Flahault a constatat (ca și noi) că proeminența nu a putut acționa, deoarece nu avea pe ce să apese, iar cotiledoanele au ieșit la suprafață fără să fi aruncat învelișul semințelor. În sfîrșit, natura însăși ne arată utilitatea proeminenței, deoarece la un gen de *Cucurbitaceae* cunoscut de noi, la care cotile-

doanele sînt hipogee și care nu își leapădă învelișul semințelor, anume *Megarrhiza*, nu există nici o urmă de proeminență. Această structură pare să fie prezentă la majoritatea celorlalte genuri ale familiei, dacă judecăm după afirmațiile lui Flahault; noi am găsit o linie dezvoltată și acționînd în mod corespunzător la *Trichosanthes anguina*, la care nu ne-am fi putut aștepta să găsim [această] proeminență, deoarece cotiledoanele sînt într-o [măsură] oarecare îngroșate și cărnoase. Se pot prezenta numai puține cazuri de structuri așa de bine adaptate unui scop special, în afară de cel de față.

La *Mimosa pudica* radicula este emisă printr-o mică scobitură din marginea ascuțită a seminței; la vîrful radiculei, în locul unde ea se unește cu hipocotilul, de la o vîrstă timpurie se dezvoltă o creastă transversală, care ajută evident la crăparea învelișului dur al semințelor; însă această creastă nu ajută la aruncarea învelișului, întrucît aceasta se efectuează ulterior prin umflarea cotiledoanelor după ce s-au ridicat la suprafață. De aceea, creasta sau proeminența în formă de călcîi acționează oarecum diferit de aceea de la *Cucurbita*. Suprafața inferioară și marginile crestei erau colorate cafeniu de permanganatul de potasiu, însă suprafața superioară nu s-a colorat. Neobișnuit este faptul că, după ce și-a executat funcția și a scăpat din învelișul seminței, creasta s-a dezvoltat într-un guleraș de jur împrejurul bazei radiculei [20].

La baza hipocotilului mărit de *Abronia umbellata*, în punctul de trecere spre radiculă, există o proeminență sau călcîi, variabil ca formă, al cărui contur este însă prea colțuros în figura precedentă (fig. 61). Radicula iese mai întîi dintr-o mică scobitură de la un capăt al fructului înaripat, dur și pielos. În această perioadă partea superioară a radiculei este strînsă în interiorul fructului, paralelă cu hipocotilul, iar unicul cotiledon este îndoit pe spate, paralel cu hipocotilul. Umflarea acestor trei părți și mai ales dezvoltarea rapidă a călcîiului îngroșat, situat între hipocotil și radiculă, în punctul unde ele se îndoaie, rup fructul dur la capătul superior și permit hipocotilului curbat să iasă afară; aceasta pare să fie funcția proeminenței în formă de călcîi. O sămînță a fost scoasă din fruct prin tăiere și lăsată să germineze în aer umed; și acum s-a dezvoltat de jur împrejurul bazei hipocotilului un disc subțire și plat, extraordinar de lat, ca gulerașul descris la *Mimosa*, însă puțin mai lat. Flahault spune că, la *Mirabilis*, un reprezentant din aceeași familie ca și *Abronia*, se dezvoltă o proeminență în formă de călcîi sau un guleraș de jur împrejurul bazei hipocotilului, însă mai mult pe o parte decît pe cealaltă, și că el eliberează cotiledoanele din învelișul semințelor. Am observat numai semințe bătrîne care se deschideau prin absorbirea umidității independent de vreun ajutor din partea proeminenței în formă de călcîi și înaintea emiterii radiculei; din experiența noastră însă nu rezultă că fructele tari și proaspete s-ar comporta în același fel.

Încheind această parte a capitolului de față, ar fi potrivit să rezumăm sub forma unei ilustrații mișcările obișnuite ale hipocotilelor și epicotilelor plantulelor atunci cînd ies din pămînt și imediat după aceea. Am putea presupune că un om cade în mîini și în genunchi și în același timp pe o parte, trîntit de o încărcătură de fîn, care se răstoarnă peste el. La început el se va strădui să-și îndrepte spatele curbat răsucindu-se în același timp în toate direcțiile ca să se elibereze

[20] Atenția ne-a fost atrasă asupra acestui caz de o scurtă expunere a lui Nobbe în cartea sa *Handbuch der Samenkunde*, 1876, p. 215, unde se dă de asemenea figura unei plantule de *Martynia*, cu o proeminență în formă de călcîi sau creastă, la joncțiunea radiculei cu hipocotilul. Această sămînță are un înveliș foarte dur și coriaceu și probabil că ar fi nevoie de ajutor pentru a-l sparge și a elibera cotiledoanele.

puțin de presiunea înconjurătoare; și această comparație poate reprezenta efectele combinate ale apogeotropismului și ale circumnutației atunci cînd o sămînță este astfel îngropată, încît hipocotilul sau epicotilul curbat este la început într-un plan orizontal sau înclinat. Tot răsucindu-se, omul își va ridica spatele curbat cît mai mult posibil, ceea ce ar reprezenta creșterea și circumnutația continuă a unui hipocotil sau epicotil curbat înainte de a ajunge la suprafața solului. De îndată ce omul se va simți cît de cît liber, el își va ridica partea superioară a corpului, fiind încă în genunchi și încă răsucindu-se, ceea ce ar reprezenta curbarea înapoi a brațului bazal al arcului care, în majoritatea cazurilor, ajută la retragerea cotiledoanelor din învelișul îngropat și rupt al semințelor și la îndreptarea ulterioară a întregului hipocotil sau epicotil, circumnutația continuînd încă.

Circumnutația hipocotilelor și epicotilelor cînd sînt în poziție verticală. — Hipocotilele, epicotilele și primele lăstare ale numeroaselor plantule observate de noi, care prin redresare au devenit verticale, au circumnutat continuu. Diversele figuri descrise adesea de [aceste organe] în decursul a două zile consecutive au fost arătate în desenele din capitolul precedent. Trebuie reamintit că punctele au fost unite prin linii drepte, așa încît figurile sînt colțuroase; dacă însă observațiile ar fi fost făcute la fiecare cîteva minute, liniile ar fi fost mai mult sau mai puțin curbe și s-ar fi format elipse sau ovale neregulate sau poate uneori și cercuri. Direcția axelor mai lungi ale elipselor executate în aceeași zi sau în zile consecutive se schimbă în general complet, așa încît ajungeau în unghi drept una față de alta. Numărul de elipse sau de cercuri neregulate executate într-un timp dat se deosebește mult la diferite specii. Astfel, la *Brassica oleracea*, *Cerinthe major* și *Cucurbita ovifera* au fost executate în 12 ore aproximativ patru asemenea figuri, pe cînd la *Solanum palinacanthum* și la *Opuntia basilaris* au fost executate rareori mai mult de una singură. Figurile [descrise] de asemenea se deosebesc mult prin dimensiunile lor; astfel ele erau foarte mici și îndoielnice, într-o oarecare măsură, la *Stapelia* și mari la *Brassica* etc. Elipsele descrise de *Lathyrus nissolia* și *Brassica* erau înguste, pe cînd cele executate de stejar erau late. Adesea figurile [mișcărilor executate] sînt complicate cu mici bucle și linii în zigzag.

Deoarece înaintea dezvoltării frunzelor adevărate majoritatea plantulelor au o înălțime redusă, uneori foarte redusă, amplitudinea maximă era mică în cazul mișcării dintr-o parte într-alta a tulpinilor circumnutante; cea a hipocotilului de *Githago segetum* era de aproximativ 0,5 cm, iar cea a celei de *Cucurbita ovifera* de circa 0,7 cm. Un lăstar foarte tînăr de *Lathyrus nissolia* s-a deplasat aproximativ 0,35 cm, cel al unui stejar american s-a deplasat cu 0,5 cm, cel al unui alun comun numai cu 0,1 cm, iar un lăstar relativ înalt de *Asparagus* s-a deplasat cu 0,275 cm. Amplitudinea extremă a mișcării cotiledonului de *Phalaris canariensis* în formă de teacă a fost de 0,75 cm; el nu s-a mișcat însă prea repede, vîrful parcurgînd într-un caz 5 diviziuni de micrometru, adică 0,025 cm în 22 min și 5 secunde. O plantulă de *Nolana prostrata* a parcurs aceeași distanță în 10 min și 38 de secunde. Plantule de varză au circumnutat mult mai repede, deoarece vîrful unui cotiledon a parcurs 0,025 cm în 3 min și 20 de secunde [măsurat] cu micrometrul, iar această mișcare rapidă însoțită de oscilații neîntrerupte a constituit un spectacol minunat cînd a fost privită la microscop.

Absența luminii cel puțin timp de o zi nu influențează cîtuși de puțin circumnutația hipocotilelor, epicotilelor sau lăstarilor tineri ai diferitelor plantule dicotiledonate observate de noi și nici pe aceea a lăstarilor tineri ai unor monocotiledonate. Circumnutația a fost de fapt mult mai evidentă în întuneric decît la lumină,

întrucît, dacă lumina era cîtuși de puțin laterală, tulpina se curba spre ea, executînd o mișcare mai mult sau mai puțin în zigzag.

În sfîrșit, hipocotilele multor plantule sînt trase în pămînt în timpul iernii sau chiar sub [suprafața] solului, așa încît ele dispar. Acest proces remarcabil, care pare să servească la apărarea lor, a fost descris pe larg de către de Vries [21]. El arată că acest proces este efectuat de contracția celulelor parenchimatoase ale rădăcinii. În unele cazuri hipocotilul însuși se contractă foarte mult și, cu toate că la început este neted, el se acoperă cu o muchie în zigzag, după cum am observat la *Githago segetum*. Nu am observat în ce măsură tragerea și îngroparea în sol a hipocotilului de *Opuntia basilaris* erau datorate contracției acestei părți și în ce măsură contracției radiculei.

Circumnutația cotiledoanelor. — La toate plantulele dicotiledonate descrise în capitolul anterior, cotiledoanele erau în mișcare constantă, mai ales în plan vertical și de obicei o dată în sus și o dată în jos în decurs de 24 de ore. Au existat însă multe excepții față de această mișcare simplă; astfel, cotiledoanele de *Ipomoea caerulea* s-au mișcat de 13 ori, fie în sus, fie în jos, în decurs de 16 ore și 18 min. Cele de *Oxalis rosea* s-au mișcat de șapte ori în decurs de 24 de ore, iar cele de *Cassia tora* au descris în 9 ore cinci elipse neregulate. Cotiledoanele unor exemplare de *Mimosa pudica* și de *Lotus jacobaeus* nu s-au mișcat decît o dată în sus și în jos în 24 de ore, pe cînd cele ale altor indivizi au executat în aceeași perioadă o mică oscilație suplimentară. Astfel, la diferite specii și la diferite exemplare de aceeași specie au existat multe gradații, de la o singură mișcare diurnă la oscilații tot atît de complexe ca la cele de la *Ipomoea* și de la *Cassia*. Cotiledoanele opuse de pe aceeași plantulă se mișcă într-o anumită măsură independent unul de altul. Aceasta era evidentă la cele de la *Oxalis sensitiva*, la care un cotiledon poate fi văzut ridicîndu-se în timpul zilei pînă ce devine vertical, pe cînd cel opus se curbează în jos.

Cu toate că mișcările cotiledoanelor erau în general în aproape același plan vertical, totuși mersul lor în sus și în jos nu coincidea niciodată în mod exact, așa încît erau descrise elipse mai mult sau mai puțin înguste și se poate spune fără grijă că cotiledoanele au circumnutat. Acest fapt nici nu putea fi explicat prin simpla creștere în lungime a cotiledoanelor, deoarece creșterea prin ea însăși nu provoacă nici o mișcare laterală. În unele cazuri, ca la cotiledoanele de varză, era evident că există o mișcare laterală, deoarece cotiledoanele, pe lîngă mișcările lor în sus și în jos, și-au schimbat mersul de la dreapta la stînga de 12 ori în 14 ore și 15 min. La *Solanum lycopersicum*, după ce dimineața cotiledoanele s-au curbat în jos, ele s-au mișcat dintr-o parte într-alta în zigzag între orele 12 și 16, iar apoi au început să se ridice. Cotiledoanele de *Lupinus luteus* sînt atît de groase (circa 0,2 cm) și cărnoase [22], încît nu părea decît puțin probabil ca ele să se miște și de aceea ele au fost observate cu deosebit interes; cu siguranță că ele s-au mișcat în mare măsură în sus și în jos, deoarece, pe lîngă linia înregistrată care era în zigzag, mai există o oarecare mișcare laterală. Cele două cotiledoane ale unei plantule de *Pinus pinaster* au circumnutat în mod evident; și figurile descrise se apropiau mai curînd de cercuri neregulate decît de ovale sau elipse neregulate.

[21] „Bot. Zeitung", 1879, p. 649. Vezi de asemenea Winkler, în „Verhandl. des Bot. Vereins der P. Brandenburg", an. XVI, p. 16, care este citat de Haberlandt în *Die Schutzeinrichtungen der Keimpflanze*, 1877, p. 52.

[22] Cu toate că sînt de un verde viu, cotiledoanele seamănă într-o anumită măsură cu cele hipogee; vezi discuția interesantă din lucrarea lui Haberlandt (*Die Schutzeinrichtungen...*, 1877, p. 96), asupra trecerilor dintre cotiledoanele aeriene și subterane la leguminoase.

Cotiledoanele în formă de teacă ale gramineelor circumnutează, adică se mișcă în toate părțile, tot atît de evident ca și hipocotilele sau epicotilele oricărei plante dicotiledonate. În sfîrșit, frunzele foarte tinere ale unei ferigi și cele de *Selaginella* circumnutează.

În marea majoritate a cazurilor care au fost observate cu grijă, cotiledoanele se curbează dimineața puțin în jos, iar după-masă sau seara se ridică puțin în sus. Ele stau astfel oarecum mai mult înclinate în timpul nopții decît la prînz, cînd sînt desfăcute aproape orizontal. Mișcarea de circumnutație este astfel cel puțin parțial periodică, în legătură, fără îndoială, după cum vom vedea ulterior, cu alternanța zilnică de lumină și întuneric. Cotiledoanele mai multor plante se mișcă noaptea atît de mult, încît ajung verticale complet sau aproape complet; și în acest din urmă caz ele vin în contact strîns unul cu altul. Pe de altă parte, cotiledoanele cîtorva plante se apleacă noaptea vertical în jos complet sau aproape complet; și în acest din urmă caz ele cuprind partea superioară a hipocotilului. La același gen *Oxalis*, cotiledoanele anumitor specii stau noaptea vertical în sus, iar cele ale altor specii vertical în jos. În toate aceste cazuri se poate spune despre cotiledoane că ele dorm, deoarece acționează în același fel ca frunzele multor plante care dorm. Aceasta este o mișcare cu un scop special și de aceea va fi examinată într-un capitol dedicat acestui subiect.

Pentru a ne face o idee despre numărul proporțional de cazuri în care cotiledoanele plantelor dicotiledonate (cele hipogee fiind bineînțeles excluse) și-au schimbat poziția în timpul nopții în mod evident, s-au observat în treacăt una sau mai multe specii din diferite genuri, în afara celor descrise în capitolul precedent. În total au fost astfel observate 153 de genuri aparținînd unui număr cît mai mare de familii. Cotiledoanele lor au fost examinate la prînz și din nou noaptea; și au fost notate drept cotiledoane dormind cele care stăteau fie vertical, fie în unghi de cel puțin 60° deasupra sau dedesubtul orizontalei. Douăzeci și șase de genuri [s-au comportat] în acest fel, iar la douăzeci și unu dintre ele cotiledoanele unora din specii se ridicau seara și numai la șase genuri cotiledoanele se aplecau noaptea; dar [comportarea] unora dintre aceste din urmă genuri este oarecum îndoielnică din motive care vor fi explicate în capitolul asupra somnului cotiledoanelor. Atunci cînd cotiledoanele la prînz erau aproape orizontale, iar noaptea se ridicau deasupra orizontalei cu peste 20°, dar cu mai puțin de 60°, ele erau înregistrate ca „evident ridicate" și au fost numărate treizeci și opt de genuri cu astfel [de mișcări]. Nu am întîlnit nici un caz distinct în care cotiledoanele să se curbeze periodic noaptea numai cu cîteva grade, cu toate că fără îndoială asemenea cazuri există.

Am vorbit mai sus despre 64 din cele 153 de genuri, rămînînd 89 de genuri la care noaptea cotiledoanele nu-și schimbau poziția nici măcar cu 20°, adică într-un mod ce putea fi ușor detectat cu ochiul liber sau putea fi memorat; din această afirmație nu trebuie însă dedus că aceste cotiledoane nu s-au mișcate de loc, întrucît în mai multe cazuri s-a înregistrat o ridicare de cîteva grade atunci cînd ele au fost observate cu grijă. Numărul de 89 de genuri ar fi putut fi mărit puțin, deoarece cotiledoanele noaptea au rămas aproape orizontale la unele specii din cîteva genuri, ca, de exemplu, la *Trifolium* și *Geranium*, care sînt incluse printre cele care dorm; de aceea, asemenea genuri ar putea fi adăugate la cele 89. De asemenea noaptea, o specie de *Oxalis* și-a ridicat cotiledoanele deasupra orizontalei cu mai mult de 20° și cu mai puțin de 60°, așa încît acest

gen ar putea fi inclus în două categorii. Deoarece multe specii din același gen nu au fost observate destul de des, s-a evitat să se facă astfel de înregistrări duble.

Într-un capitol viitor se va arăta că frunzele multor plante care nu dorm se ridică cu cîteva grade seara și în prima parte a nopții; și este bine de a amîna pînă atunci examinarea periodicității mișcărilor cotiledoanelor.

Despre pulvine sau articulațiile cotiledoanelor. — La mai multe dintre plantulele descrise în acest capitol și în cel anterior, vîrful pețiolului se dezvoltă într-o pulvină, perniță sau articulație (după diferitele numiri care s-au dat acestui organ), cu care sînt prevăzute multe frunze. Pulvina constă dintr-o masă de celule mici, de obicei de culoare palidă, din cauza absenței clorofilei; pulvina are un contur mai mult sau mai puțin convex, după cum se vede din figura alăturată (fig. 63). La *Oxalis sensitiva*, două treimi din pețiol au fost transformate în pulvine, iar la *Mimosa pudica* pare că întreg pețiolul scurt al foliolelor.

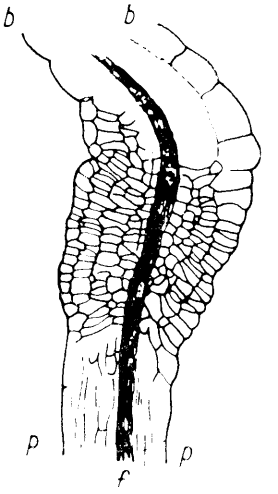


Fig. 63. — *Oxalis rosea*. Secțiune longitudinală a unei pulvine în vîrful pețiolului unui cotiledon desenat la camera clară, imagine mărită de 75 de ori. *pp*, Pețiol; *f*, fascicul fibrovascular; *bb*, începutul limbului cotiledonului.

La frunzele prevăzute cu pulvine, mișcările periodice depind, după Pfeffer[23], de faptul că celulele pulvine se extind, în mod alternativ, mai repede pe o parte decît pe cealaltă, pe cînd mișcările similare ale frunzelor neprevăzute cu pulvine depind de creșterea lor alternativ mai rapidă pe o parte decît pe cealaltă[24]. Atîta timp cît o frunză prevăzută cu o pulvină este tînără și continuă să crească, mișcarea ei depinde de ambele aceste cauze combinate[25]; și dacă părerea actuală a multor botaniști este justă, și anume că dezvoltarea este întotdeauna precedată de extinderea celulelor în creștere, atunci deosebirea dintre mișcările produse cu ajutorul pulvinelor și fără ele se reduce la faptul că extinderea celulelor nu este urmată de creștere în primul caz și este urmată de creșterea celulelor în al doilea caz.

De-a lungul nervurii mediane a ambelor cotiledoane cu pulvine ale unei plantule relativ bătrîne de *Oxalis valdiviana*, s-au făcut puncte cu tuș; distanțele dintre ele au fost repetat măsurate cu ajutorul unui micrometru ocular timp de opt zile și trei sferturi și ele nu au prezentat nici cea mai mică urmă de creștere. Este deci aproape sigur că atunci pulvina nu creștea. Totuși, în tot acest timp și în următoarele 10 zile, aceste cotiledoane s-au ridicat vertical în

[23] *Die Periodische Bewegungen der Blattorgane*, 1875.
[24] Batalin, „Flora", 1 octombrie 1873.
[25] Pfeffer, op. cit., p. 5.

fiecare noapte. În cazul unor plantule obținute din semințe cumpărate sub numele de *Oxalis floribunda*, cotiledoanele au continuat mult timp să se miște noaptea vertical în jos și mișcarea părea să depindă exclusiv de pulvine, deoarece peţiolurile lor erau aproape de aceeași lungime la plantulele tinere ca și la cele bătrîne, care produseseră frunze veritabile. Pe de altă parte, la unele specii de *Cassia*, fără vreo măsurătoare, era evident că, cotiledoanele cu pulvine continuau să se lungească considerabil timp de cîteva săptămîni, așa încît aici extinderea celulei pulvinei și creșterea peţiolului erau probabil combinate în determinarea mișcărilor periodice prelungite. Era tot atît de evident că cotiledoanele multor plante neprevăzute cu pulvine creșteau rapid în lungime și că mișcările lor periodice se datorau exclusiv creșterii.

În conformitate cu ipoteza că mișcările periodice ale tuturor cotiledoanelor depind în primul rînd de extinderea celulelor, urmată sau nu de creștere, putem considera că nu există decît puțină diferență în felul sau în forma mișcării la cele două categorii de cazuri. Aceasta reiese din comportarea diagramelor din capitolul precedent. Astfel, mișcările cotiledoanelor de *Brassica oleracea* și de *Ipomoea caerulea* care nu sînt prevăzute cu pulvine sînt tot atît de complexe ca și cele de *Oxalis* și *Cassia* care au pulvine. Cotiledoanele cu pulvine ale unor exemplare de *Mimosa pudica* și de *Lotus jacobaeus* au făcut o singură oscilație, pe cînd cele ale altor exemplare s-au mișcat de două ori în sus și în jos în decurs de 24 de ore; la fel s-a întîmplat și cu cotiledoanele de *Cucurbita ovifera* lipsite de pulvine. Mișcările cotiledoanelor cu pulvine au în general o amplitudine mai mare decît a celor fără pulvine, totuși cîteva dintre acestea din urmă s-au mișcat făcînd un unghi de 90°. Există însă o deosebire importantă între cele două categorii de cazuri; în mod vădit, mișcările nocturne ale cotiledoanelor fără pulvine, de exemplu ale celor de la *Cruciferae*, *Cucurbitaceae*, *Githago* și *Beta*, nu durează niciodată nici măcar o săptămînă. Pe de altă parte, cotiledoanele cu pulvine continuă să se ridice noaptea o perioadă mult mai lungă, chiar mai mult de o lună, după cum vom arăta acum. Perioada depinde însă, fără îndoială, în mare măsură de temperatura la care plantulele sînt expuse și de viteza de dezvoltare decurgînd din ea.

Oxalis valdiviana. — Cîteva cotiledoane care se deschiseseră recent, iar în ziua de 6 martie, la prînz, erau orizontale, noaptea au fost verticale în sus; în ziua de 13 martie s-a format prima frunză adevărată, iar noaptea această frunză era înconjurată de cotiledoane; la 9 aprilie, după un interval de 35 de zile, s-au dezvoltat șase frunze și totuși cotiledoanele se ridicau noaptea aproape vertical. Cotiledoanele unei alte plantule care, atunci cînd a fost observată pentru prima dată, produsese o frunză noaptea stăteau vertical și așa au continuat timp de încă 11 zile. După 16 zile de la prima observație s-au dezvoltat două frunze, iar cotiledoanele erau încă considerabil ridicate noaptea. După 21 de zile cotiledoanele erau aplecate sub orizontală; noaptea 21 de zile, cotiledoanele erau aplecate sub orizontală; noaptea însă se ridicau cu 45° deasupra orizontalei. După 24 de zile de la prima observare (începută după ce se formase o frunză adevărată), cotiledoanele au încetat să se ridice noaptea.

Oxalis (*Biophytum*) *sensitiva.* — Cotiledoanele mai multor plantule erau după 45 de zile de la prima desfacere aproape verticale noaptea și înconjurau strîns fie una, fie două frunze adevărate, formate între timp. Aceste plantule au fost ținute într-o casă foarte caldă și dezvoltarea lor a fost rapidă.

Oxalis corniculata. — Cotiledoanele nu stăteau vertical noaptea, însă în general se ridicau într-un unghi de circa 45° deasupra orizontalei. Ele au continuat să acționeze în acest fel timp de 23 de zile după prima lor desfacere, timp în care s-au dezvoltat două frunze; chiar după 29 de zile ele încă se ridicau moderat deasupra poziției lor diurne, orizontală sau aplecată.

Mimosa pudica. — Cotiledoanele s-au desfăcut pentru prima dată la 2 noiembrie și ele stăteau vertical noaptea. În ziua de 15 noiembrie s-a format prima frunză și cotiledoanele erau verticale în cursul nopții. În ziua de 28 noiembrie, ele s-au comportat la fel. La 15 decembrie, adică după 44 de zile, cotiledoanele se ridicau încă mult în timpul nopții, însă cele ale altei plantule, numai cu o zi mai bătrînă, erau ridicate foarte puțin.

Mimosa albida. — O plantulă a fost observată în decurs de numai 12 zile, în care timp se formase o frunză, și atunci cotiledoanele erau perfect verticale noaptea.

Trifolium subterraneum. — Cotiledoanele unei plantule în vîrstă de 8 zile erau orizontale la ora 10,30 și verticale la ora 21,15. După un interval de două luni, timp în care se dezvoltaseră prima și a doua frunză adevărată, cotiledoanele încă mai executau aceeași mișcare.

Frunzele s-au mărit mult ca dimensiuni și au devenit ovale iar pețiolurile aveau de fapt lungimea de 2 cm.

Trifolium strictum. — După 17 zile, cotiledoanele încă se mai ridicau noaptea, însă ulterior nu au mai fost observate.

Lotus jacobaeus. — Cotiledoanele unor plantule avînd frunzele bine dezvoltate s-au ridicat noaptea, formînd un unghi de circa 45° și, chiar după ce se formaseră trei sau patru verticale de frunze, cotiledoanele se ridicau noaptea mult deasupra poziției lor diurne, orizontale.

Cassia mimosoides. — Cotiledoanele acestei specii indiene, după 14 zile de la prima desfacere și atunci cînd se formase o frunză, stăteau orizontal în timpul zilei și vertical noaptea.

Cassia sp. (un arbore mare brazilian, obținut din semințe primite de la Fritz Müller). — După 16 de zile de la prima lor desfacere, dimensiunea cotiledoanelor crescuse mult, ca și cele două frunze tocmai formate. În timpul zilei, ele stăteau orizontal, iar noaptea vertical, însă ulterior nu au mai fost observate.

Cassia neglecta (tot o specie sud-braziliană). — La 34 de zile după desfacerea cotiledoanelor sale, o plantulă era înaltă de 7,5 — 10 cm, cu trei frunze bine dezvoltate; cotiledoanele erau ziua aproape orizontale, iar noaptea stăteau vertical, cuprinzînd strîns tulpina tînără. Cotiledoanele unei alte plantule de aceeași vîrstă, înaltă de 12,5 cm, cu patru frunze bine dezvoltate, se comportau noaptea în exact același fel.

Se știe[26] că între jumătatea superioară și cea inferioară a pulvinelor frunzelor nu există nici o deosebire structurală suficientă pentru a explica mișcările lor în sus sau în jos. În această privință, cotiledoanele oferă o ocazie neobișnuit de bună pentru a compara structura celor două jumătăți, deoarece cotiledoanele de *Oxalis valdiviana* se ridică vertical noaptea, pe cînd cele de *O. rosea* se apleacă vertical; totuși, cînd s-au făcut secțiuni prin tulpinile lor, nu s-a putut descoperi nici o deosebire netă între jumătățile corespunzătoare ale acestui organ care se mișcă atît de diferit la cele două specii. Totuși, la *O. rosea* existau ceva mai multe celule în jumătatea inferioară decît în cea superioară, însă același lucru s-a observat de asemenea la un exemplar de *O. valdiviana*. Cotiledoanele ambelor specii (lungi de 3,5 mm) au fost examinate dimineața, pe cînd erau întinse orizontal și suprafața superioară a pulvinei de *O. rosea* era încrețită transversal, indicînd o stare de comprimare, ceea ce ar fi fost de așteptat, deoarece cotiledoanele sale se curbează noaptea; la *O. valdiviana* suprafața inferioară era încrețită, iar cotiledoanele sale se ridicau noaptea.

Trifolium este un gen natural, iar frunzele tuturor speciilor văzute de noi au pulvine; același lucru se poate spune și despre cotiledoanele de *T. subterraneum* și *T. strictum*, care noaptea stau vertical, pe cînd cele de *T. resupinatum* nu prezintă nici o urmă de pulvină și nici de vreo mișcare nocturnă. Aceasta s-a constatat prin măsurarea distanței dintre vîrfurile cotiledoanelor a patru plantule la amiază și în timpul nopții. La această specie, ca și la celelalte, prima

[26] Pfeffer, *Die Periodische Bewegungen, der Blattorgane*, 1875, p. 157.

frunză formată, care este simplă sau netrifoliată, se ridică și doarme, ca și foliola terminală a unei plante mature.

La un alt gen natural, *Oxalis*, cotiledoanele de *O. valdiviana*, *O. rosea*, *O. floribunda*, *O. articulata* și *O. sensitiva* au pulvine și toate se mișcă noaptea, ajungînd pînă la o poziție verticală, în sus sau în jos. La aceste diferite specii, pulvina este situată foarte aproape de limbul cotiledonului, după cum este de obicei regula la majoritatea plantelor. *Oxalis corniculata* (var. *atro-purpurea*) se deosebește în mai multe privințe; cotiledoanele se ridică noaptea într-o măsură foarte variabilă, depășind rareori 45°; la un lot de plantule (cumpărat sub numele de *O. tropoeoloides*, însă aparținînd cu siguranță varietății de mai sus) ele s-au ridicat cu numai 5° pînă la 15° deasupra orizontalei. Pulvina se dezvoltă imperfect și extrem de variabil, așa încît ea părea că tinde să avorteze. Credem că pînă acum nici un asemenea caz nu a fost descris. Pulvina era colorată verde, deoarece conținea clorofilă, și era așezată aproape în mijlocul și nu la capătul superior al pețiolului, ca la toate celelalte specii. Mișcarea nocturnă era efectuată parțial cu ajutorul pulvinei și parțial prin creșterea părții superioare a pețiolului, ca în cazul plantelor lipsite de pulvină. Din aceste diferite motive, cazul pare să merite a fi descris cu oarecare detalii și de asemenea pentru că am urmărit dezvoltarea pulvinei parțial, dar de la o vîrstă timpurie.

Cotiledoanele de *O. corniculata* au fost scoase din semințe, din care ar fi ieșit curînd în mod natural; atunci nu s-a putut descoperi la ele nici o urmă de pulvină și toate celulele, în număr de șapte, care formează pețiolul scurt erau așezate într-un șir longitudinal, fiind aproape de aceeași mărime. La plantele în vîrstă de o zi sau două, pulvina era atît de nedistinctă, încît la început credem că nici nu există, însă la mijlocul pețiolului se putea vedea o zonă transversală de celule slab delimitate, care erau mult mai scurte decît cele situate atît deasupra, cît și dedesubt, cu toate că de aceeași lățime ca și ele. Ele păreau să fi fost formate de curînd prin diviziunea transversală a celulelor mai lungi; și nu poate exista îndoială că așa s-a și întîmplat, deoarece celulele pețiolului scos din sămînță prezentau în medie lungimea a șapte diviziuni ale micrometrului ocular (fiecare diviziune fiind de 0,003 mm) și erau puțin

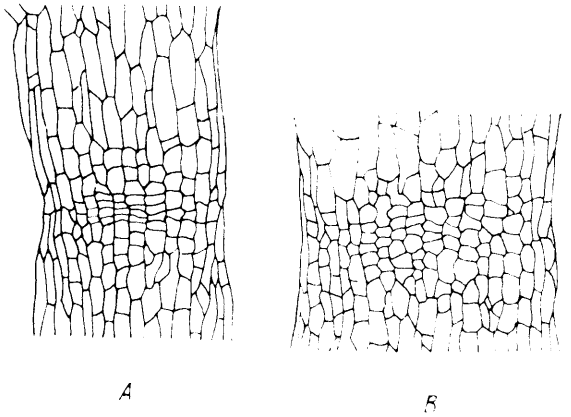


Fig. 64. — *Oxalis corniculata*. *A* și *B*, Pulvine aproape rudimentare ale cotiledoanelor a două plantule relativ bătrîne, văzute prin transparență și mărite de 50 de ori.

mai lungi decît cele formînd o pulvină bine dezvoltată, a căror lungime varia între 4 și 6 diviziuni ale micrometrului. După alte cîteva zile, zona slab delimitată devine distinctă, are culoarea verde, deoarece [celulele ei] conțin clorofilă și, cu toate că ea nu se extinde de-a curmezișul întregii lățimi a pețiolului, totuși constituie cu siguranță o pulvină care acționează ca atare, după cum vom vedea îndată. Aceste mici celule erau dispuse în șiruri longitudinale și variau ca număr între 4 și 7, iar celulele însele variau ca lungime în diferite părți ale aceleiași pulvine și la diferiți indivizi. În figura 64 (*A* și *B*) avem aspecte ale epidermei [27] în partea

[27] Secțiunile longitudinale arată că formele celulelor epidermice pot fi luate drept o reprezentare corectă a celor constituind pulvina.

de mijloc a peţiolurilor a două plante la care pulvina era bine dezvoltată pentru această specie. Ele oferă un contrast izbitor cu pulvina de *O. rosea* (vezi fig. 63) sau de *O. valadiviana*. La plantulele greşit denumite, de *O. tropaeoloides*, ale căror cotiledoane se ridică foarte puţin noaptea, micile celule erau mai puţine ca număr şi în unele părţi formau un singur şir transversal, iar în alte părţi şiruri longitudinale scurte, de numai 2 sau 3 celule. Ele erau totuşi suficiente pentru a atrage privirea atunci cînd întregul peţiol este examinat la microscop prin transparenţă. Aproape că nu începe îndoială că la aceste plantule pulvina era în curs de reducere şi că tindea să dispară, ceea ce explică marea ei variabilitate ca structură şi funcţie.

În tabloul de mai jos se dau cîteva măsurători ale celulelor unor pulvine, destul de bine dezvoltate, de *O. corniculata*;

Plantulă în vîrstă de o zi, cu cotiledonul lung de 2,3 mm.

	Diviziuni ale micrometrului [ocular] [28]
Lungimea medie a celulelor pulvine	6 la 7
Lungimea celei mai lungi celule de sub pulvină	13
Lungimea celei mai lungi celule de deasupra pulvinei	20
Plantulă în vîrstă de 5 zile, cu cotiledonul lung de 3,1 mm, avînd pulvina foarte distinctă	
Lungimea medie a celulelor pulvinei	6
Lungimea celei mai lungi celule de sub pulvină	22
Lungimea celei mai lungi celule de deasupra pulvinei	40
Plantulă în vîrstă de 8 zile, cu cotiledonul lung de 5 mm, cu o frunză adevărată formată, însă încă nedesfăcută	
Lungimea medie a celulelor pulvinei	9
Lungimea celei mai lungi celule de sub pulvină	14
Lungimea celei mai lungi celule de deasupra pulvinei	70
Plantulă în vîrstă de 13 zile, cu cotiledonul lung de 1,5 mm şi cu o frunză în că deplin dezvoltată	
Lungimea medie a celulelor pulvinei	7
Lungimea celei mai lungi celule de sub pulvină	30
Lungimea celei mai lungi celule de deasupra pulvinei	60

Vedem aici că celulele pulvinei se lungesc mai puţin cu vîrsta în comparaţie cu cele ale peţiolului de deasupra şi dedesubtul ei; ele continuă să crească în lăţime şi în această privinţă rămîn egale cu celelalte celule ale peţiolului. Viteza de creştere variză însă la toate părţile cotiledoanelor, după cum se poate vedea din măsurătorile plantulei în vîrstă de 8 zile.

Noaptea, cotiledoanele plantulelor în vîrstă de numai o zi se ridică mult, uneori tot atît de mult ca şi ulterior; în această privinţă există multă variaţie. Deoarece la început pulvina este foarte nedistinctă, probabil că mişcarea nu depinde atunci de expansiunea celulelor, ci de creşterea periodic inegală a peţiolului. Din compararea plantulelor de diferite vîrste cunoscute, era evident că sediul principal al creşterii peţiolului era în partea sa superioară cuprins între pulvină şi limbul foliar, ceea ce înseamnă (potrivit măsurătorilor arătate mai sus) că celulele cresc mai lungi în partea superioară decît în cea inferioară. La o plantulă în vîrstă de 11 zile s-a constatat că ridicarea nocturnă depinde în mare măsură de acţiunea pulvinei, deoarece noaptea peţiolul s-a curbat în sus în acest punct, iar în timpul zilei, pe cînd peţiolul era orizontal, suprafaţa interioară a pulvinei era încreţită, în timp ce suprafaţa superioară era întinsă. Cu toate că la o vîrstă mai înaintată ridicarea nocturnă a cotiledoanelor nu prezintă o înclinaţie mai mare decît atunci cînd sînt tinere, ele trebuie să formeze totuşi un unghi mai mare (într-un caz de 63°) pentru a-şi relua poziţia nocturnă, întrucît în timpul zilei sînt în general aplecate sub orizontală. Chiar la plantula în vîrstă de 11 zile, mişcarea nu a depins exclusiv de pulvină, întrucît acolo unde se uneşte cu peţiolul limbul era curbat în sus, ceea ce trebuie atribuit creşterii inegale. De aceea, mişcările periodice ale cotiledoanelor de *O. corniculata* depind de două acţiuni distincte, însă unite, şi anume de expansiunea celulelor pulvinei şi de creşterea părţii superioare a peţiolului, inclusiv a bazei limbului.

Lotus jacobaeus. — Plantulele acestei specii reprezintă într-unele privinţe un caz asemănător celui de *O. corniculata*, iar într-altele un caz, după cît se pare unic în felul său.

[28] Fiecare diviziune este egală cu 0,003 mm.

În primele patru sau cinci zile ale vieții lor, cotiledoanele nu prezintă nici o mișcare nocturnă evidentă; ulterior însă, noaptea, ele stau vertical sau aproape vertical. Există totuși un oarecare grad de variabilitate a mișcării cotiledoanelor depinzînd, după cît se pare, de anotimp și de gradul de iluminare în timpul zilei. La plantulele mai bătrîne, cu cotiledoane lungi de 4 mm, care se ridică mult noaptea, există foarte aproape de limb o pulvină bine dezvoltată, incoloră și ceva mai îngustă decît restul peţiolului, de care este brusc separată. Ea este formată dintr-o masă de mici celule, lungi în medie de 0,021 mm, în timp ce celulele din partea inferioară a peţiolului sînt lungi de aproximativ 0,06 mm, iar cele din limb [măsoară] între 0,034 și 0,04 mm. Celulele epidermice din partea inferioară a peţiolului proemină, fiind conice și astfel deosebindu-se ca formă de cele de deasupra pulvinei.

Examinînd acum plantule foarte tinere, ale căror cotiledoane nu se ridică noaptea și a căror lungime este între 2 și 2,5 mm, peţiolurile lor nu prezintă nici o zonă bine definită de celule mici; ele sînt lipsite de clorofilă și se deosebesc ca formă de celulele inferioare. Totuși, într-un loc în care ulterior se va dezvolta o pulvină, celulele sînt mai mici (fiind în medie lungi de 0,015 mm) decît cele din părţile inferioare ale aceluiași peţiol, ale cărui celule se măresc treptat pe măsură ce ele înaintează în jos, cea mai mare fiind lungă de 0,030 mm. La această vîrstă timpurie, celulele limbului sînt lungi de aproximativ 0,027 mm. Vedem astfel că pulvina este formată de celulele din partea cea mai de sus a peţiolului; ea continuă să crească în lungime numai puțin timp, fiind apoi oprită în creștere și pierzînd în același timp granulele de clorofilă; în acest timp, celulele din partea inferioară a peţiolului continuă vreme îndelungată să crească în lungime, iar celulele epidermei devin mai conice. Neobișnuit este faptul că cotiledoanele acestei plante nu dorm noaptea din cauză că pulvina nu se dezvoltă la o vîrstă timpurie.

Din aceste două cazuri de *Lotus* și *Oxalis* aflăm că dezvoltarea unei pulvine rezultă din creșterea celulelor în spațiul mic și bine delimitat al peţiolului și că la o vîrstă timpurie această creștere este aproape oprită. La început, la *Lotus jacobaeus* celulele cresc puțin în lungime; la *O. corniculata* ele se micșorează puțin datorită diviziunii lor. De aceea, masa de celule mici care formează o pulvină ar putea să fie dobîndită sau pierdută de către diferite specii din același gen natural, fără vreo greutate specială; și se știe că plantulele unora dintre speciile de *Trifolium*, *Lotus* și *Oxalis* au o pulvină bine dezvoltată, iar altele nu au nici una sau au una în stare rudimentară. Mișcările cauzate de turgescența alternativă a celulelor celor două jumătăți ale unei pulvine, trebuie să fie determinate în mare măsură de extinderea și apoi de contracția pereților lor; de aceea putem înțelege de ce este mai eficient un număr mare de celule mici* decît un număr mic de celule mari, care ocupă același spațiu. Deoarece o pulvină [se consideră] formată cînd se oprește creșterea celulelor sale, mișcările depinzînd de acțiunea acestor celule pot fi îndelung continuate fără vreo creștere în lungime a părții astfel înzestrate; iar asemenea mișcări îndelung continuate par să fie țelul principal dobîndit prin dezvoltarea unei pulvine. Mișcarea îndelung continuată a oricărei părți ar fi imposibilă fără o sporire excesivă a lungimii ei, dacă intensificarea turgescenței celulelor ar fi întotdeauna urmată de creșterea acestei părți.

Perturbarea de către lumină a mișcărilor periodice ale cotiledoanelor. — După cum se știe bine, hipocotilele și cotiledoanele majorității plantulelor sînt extrem de heliotrope; cotiledoanele însă, pe lîngă că sînt heliotrope, sînt influențate paratonic de către lumină (pentru a folosi expresia lui Sachs); cu alte cuvinte, mișcările periodice zilnice sînt repede și amplu perturbate de modificări în intensitatea sau absența luminii. Nu se pune problema că hipocotilele și cotiledoanele

* Adică „o populație" celulară mare, cum am spune noi astăzi (*N. trad.*).

ar înceta să circumnuteze în întuneric, deoarece în multele cazuri observate de noi ele au continuat să facă acest lucru, însă ordinea normală a mişcărilor lor în legătură cu alternanţa de zi şi noapte este mult tulburată sau complet anulată. Aceasta se aplică la speciile ale căror cotiledoane se ridică sau se apleacă atît de mult noaptea, încît se poate spune că ele dorm, ca şi la altele care nu se ridică decît puţin. Diferite specii sînt însă influenţate în foarte diferite grade de modificările luminii.

De exemplu, atunci cînd cotiledoanele de *Beta vulgaris*, *Solanum lycopersicum*, *Cerinthe major* şi *Lupinus luteus* au fost puse în întuneric, ele s-au curbat în jos, în tot cursul după-amiezii, ca şi la începutul nopţii, în loc de a se ridica, cum ar fi făcut dacă ar fi fost expuse la lumină. Toate exemplarele de *Solanum* nu s-au comportat la fel, deoarece cotiledoanele unei plantule au circumnutat, cam în acelaşi loc, între orele 14,30 şi 22. Cotiledoanele unei plantule de *O. corniculata*, care era slab luminată de sus, s-au curbat în jos în mod normal în prima dimineaţă, însă în a doua dimineaţă ele s-au curbat în sus. Cotiledoanele de *Lotus jacobaeus* nu au fost influenţate de ţinerea lor timp de 4 ore la întuneric complet; cînd însă au fost aşezate sub un luminator de tavan, cu sticlă dublă şi au fost astfel slab luminate, ele şi-au pierdut complet mişcările lor periodice în a treia dimineaţă. Pe de altă parte, cotiledoanele de *Cucurbita ovifera* s-au mişcat în mod normal în întuneric în decursul unei zile întregi.

Plantule de *Githago segetum* au fost slab luminate de sus dimineaţa, înainte să se fi deschis cotiledoanele lor, şi ele au rămas închise în timpul următoarelor 40 de ore. Alte plantule au fost aşezate în întuneric după ce cotiledoanele lor s-au deschis dimineaţa şi nu au început să se închidă decît după trecerea a 4 ore. Cotiledoanele de *O. rosea* s-au aplecat drept în jos, după ce au fost lăsate o oră şi 20 min în întuneric; însă cele ale cîtorva specii de *Oxalis* nu au fost influenţate chiar după mai multe ore de întuneric. Cotiledoanele mai multor specii de *Cassia* sînt deosebit de sensibile la modificări de gradul luminozităţii la care sînt expuse; astfel plantulele unei specii sud-braziliene nedeterminate (un arbore mare şi frumos) au fost scoase din seră şi într-o zi potrivit de luminoasă au fost aşezate pe o masă în mijlocul unei camere care avea două ferestre spre nord-vest şi una spre nord-est, aşa încît ele erau egal luminate, cu toate că, desigur, mai puţin decît în seră, iar după 36 min cotiledoanele care fuseseră orizontale s-au ridicat vertical şi s-au închis împreună, ca şi cum ar fi dormit; după ce au rămas astfel pe masă timp de o oră şi 13 min, ele au început să se deschidă. Cotiledoanele unor plantule tinere ale unei alte specii braziliene şi ale lui *Cassia neglecta*, tratate în acest fel, s-au comportat similar, numai că ele s-au ridicat atît de mult, devenind iarăşi orizontale după aproximativ o oră.

Iată un caz mai interesant: plantule de *Cassia tora* în două ghivece, care stătuseră cîtva timp pe masă în camera despre care am vorbit, aveau cotiledoanele orizontale. Un ghiveci a fost expus astfel timp de două ore la lumină solară slabă şi cotiledoanele au rămas orizontale; el a fost adus înapoi pe masă şi după 50 min cotiledoanele s-au ridicat cu 68° deasupra orizontalei. Celălat ghiveci a fost aşezat în decursul aceloraşi două ore în cameră în dosul unui paravan, unde lumina era foarte slabă şi cotiledoanele s-au ridicat cu 63° deasupra orizontalei; ghiveciul a fost apoi repus pe masă şi după 50 min cotiledoanele s-au aplecat cu 33°. Aceste două ghivece cu plantule de aceeaşi vîrstă erau aşezate aproape unul de altul şi au fost expuse la exact aceeaşi lumină; în acelaşi timp, cotiledoanele dintr-un ghiveci se ridicau, pe cînd cele din celălalt ghiveci se aplecau. Acest fapt arată în mod izbitor că mişcările lor nu sînt guvernate de cantitatea de lumină [primită], ci de modificarea intensităţii ei sau a gradului de iluminare. O experienţă similară a fost încercată cu două serii de plantule, ambele expuse la lumină slabă, însă avînd un grad de luminozitate diferite, şi rezultatul a fost acelaşi. Mişcările cotiledoanelor acestei *Cassia* sînt însă determinate (ca în multe alte cazuri) în mare măsură de obişnuinţă sau de ereditate, indiferent de lumină, deoarece plantule care au fost moderat iluminate în timpul zilei au fost ţinute toată noaptea şi dimineaţa următoare în întuneric complet şi totuşi dimineaţa cotiledoanele erau parţial deschise şi au rămas deschise în întuneric timp de aproximativ 6 ore. Cotiledoanele dintr-un alt ghiveci, tratate la fel într-o altă ocazie, s-au deschis la ora 7 şi au rămas deschise în întuneric timp de 4 ore şi 30 min, după care au început să se închidă. Totuşi, atunci

cînd aceleași plantule au fost aduse la amiază de la o lumină moderat de puternică la una moderat de slabă, ele și-au ridicat cotiledoanele cu mult deasupra orizontalei, după cum am mai văzut înainte.

Sensibilitatea cotiledoanelor la atingere. — Acest subiect nu este prea interesant, întrucît nu se știe dacă sensibilitatea de acest fel este de vreun folos plantelor. Noi nu am observat cazuri de sensibilitate la atingere decît la patru genuri, cu toate că am urmărit în mod inutil cotiledoanele multor altor genuri. Genul *Cassia* pare să fie foarte remarcabil în această privință; astfel, cotiledoanele de *C. tora*, pe cînd erau întinse orizontal, au fost lovite ușor timp de 3 min cu o crenguță foarte subțire și în decurs de cîteva minute ele au format împreună un unghi de 90°, așa încît [sub acțiunea loviturii] ele s-au ridicat cu 45°. Un singur cotiledon al unei alte plantule a fost lovit ușor în același fel timp de un minut și el s-a ridicat cu 27° în 9 min; iar după alte 8 min el se ridicase cu încă 10°; cotiledonul opus, care nu a fost lovit, aproape că nu s-a mișcat. În toate cazurile, cotiledoanele au redevenit orizontale în mai puțin de o jumătate de oră. Pulvina este partea cea mai sensibilă, deoarece, înțepînd trei cotiledoane în partea pulvinei, ele s-au ridicat vertical; s-a constatat însă că și limbul este sensibil atunci cînd pulvina nu este atinsă. Picături de apă puse delicat pe aceste cotiledoane nu au produs nici un efect, însă un [curent] de apă subțire, ca un fir emis de o seringă, a provocat mișcarea în sus a cotiledoanelor. Atunci cînd un ghiveci cu plantule a fost lovit rapid cu un băț și astfel zguduit, cotiledoanele s-au ridicat puțin. Atunci cînd o picătură foarte mică de acid azotic a fost pusă pe ambele pulvine ale unei plantule, cotiledoanele s-au ridicat atît de repede, încît puteau fi ușor văzute mișcîndu-se și apoi aproape imediat după aceasta au început să se aplece; pulvinele fuseseră însă omorîte și au devenit cafenii.

Cotiledoanele unei specii nedeterminate de *Cassia* (ale unui mare arbore din sudul Braziliei) s-au ridicat cu 31° în decurs de 26 min, după ce pulvinele și limburile fuseseră frecate timp de 1 minut cu un bețișor; însă cînd numai limbul a fost astfel frecat, cotiledoanele s-au ridicat cu numai 8°. Cotiledoanele remarcabil de lungi și înguste ale unei a treia specii nedeterminate din Brazilia de sud nu s-au mișcat atunci cînd limburile au fost frecate în șase rînduri cu un băț ascuțit timp de 30 de secunde sau un minut; însă cînd pulvina a fost frecată sau înțepată ușor cu un ac, cotiledoanele s-au ridicat în decurs de cîteva minute într-un unghi de 60°. Mai multe cotiledoane de *Cassia neglecta* (de asemenea din Brazilia), după ce au fost frecate timp de un minut cu un bețișor, s-au ridicat în 5 — 15 min, formînd diferite unghiuri între 16 și 40°. Sensibilitatea lor este păstrată pînă la o vîrstă oarecum înaintată, întrucît cotiledoanele unei plante mici de *C. neglecta*, în vîrstă de 31 de zile și avînd trei frunze adevărate, s-au ridicat cînd au fost strînse ușor între degete. Unele plantule au fost expuse timp de 30 min la acțiunea unui vînt (temperatura de 59°F) suficient de puternic pentru a provoca vibrația cotiledoanelor, însă, spre surprinderea noastră, această mișcare a aerului nu a provocat nici o mișcare a cotiledoanelor. Cotiledoanele a patru plantule din specia indiană *C. glauca* au fost fie frecate cu o crenguță subțire timp de 2 min, fie strînse ușor între două degete; una dintre ele s-a ridicat cu 31°, a doua cu numai 6°, a treia cu 13°, iar a patra cu 17°. Un cotiledon de *C. florida*, tratat în același fel, s-a ridicat cu 9°, unul de *C. corymbosa* s-a ridicat cu 7,50°, iar din specia foarte distinctă de *C. mimosoides* s-a ridicat numai cu 6°. Cele de *C. pubescens* nu par cîtuși de puțin sensibile și nici cele de *C. nodosa*, însă acestea din urmă sînt oarecum groase și cărnoase și noaptea nu se ridică pentru a dormi.

Smithia sensitiva. — Această plantă aparține unui subordin distinct de *Leguminosa*, diferit de *Cassia*. Ambele cotiledoane [aparținînd] unei plantule mai în vîrstă, cu prima frunză adevărată desfăcută, au fost frecate parțial timp de un minut cu un bețișor subțire și în 5 min fiecare s-a ridicat cu cîte 32°; ele au rămas 15 min în această poziție, însă, cînd au fost privite iarăși la 40 min după frecare, fiecare din ele se aplecase cu 14°. Ambele cotiledoane ale unei alte plantule mai tinere au fost frecate ușor în același mod timp de un minut și după un interval de 32 min fiecare se ridicase cu 32°. Ele erau aproape insensibile la un firișor subțire de apă. Cotiledoanele de *S. pfundii*, o plantă acvatică africană, sînt groase și cărnoase, [dar] ele nu sînt sensibile și nu dorm.

Mimosa pudica și *albida.* — Limburile mai multor cotiledoane ale ambelor acestor plante au fost frecate sau ușor zgîriate cu un ac timp de un minut sau două; ele nu s-au mișcat însă cîtuși de puțin. Totuși, atunci cînd pulvinele a șase cotiledoane de *M. pudica* au fost zgîriate în acest fel, două dintre ele s-au ridicat puțin. În aceste două cazuri poate că

ulvina a fost înțepată în mod întîmplător, întrucît, înțepînd pulvina unui alt cotiledon, s-a ridicat puțin, Pare astfel că la *Mimosa* cotiledoanele sînt mai puțin sensibile decît cele le plantelor menționate anterior [29].

Oxalis sensitiva. Limbul și pulvina a două cotiledoane stînd orizontal au fost frecate u, mai bine zis, gîdilate timp de 30 de secunde cu un păr rigid despicat și în 10 min fiecare a ridicat cu 18°; cînd au fost privite din nou după 35 min, după ce fuseseră frecate, ele au ridicat cu încă 4°; după alte 30 min ele erau din nou orizontale. Lovind rapid ghiveciul u un băț timp de un minut, cotiledoanele celor două plantule s-au ridicat mult în decurs de 1 min. Un ghiveci a fost dus la o mică distanță pe o tavă și a fost astfel zdruncinat; și cotiledoarele a patru plantule s-au ridicat toate după 10 m n: după 17 min un cotiledon se ridicase 1 5°, un al doilea cu 45°, un al treilea cu aproape 90°, iar al patrulea cu 90°. După un alt nterval de 40 min, trei dintre cotiledoane s-au redeschis într-o mare măsură. Aceste obserații au fost făcute înainte de a ne fi dat seama cu ce viteză extraordinară cotiledoanele reumnutează și de aceea sîntem susceptibili să greșim. Este totuși extrem de puțin probabil ă cotiledoanele din cele opt cazuri menționate mai sus să se fi ridicat toate în momentul cînd u fost iritate. Cotiledoanele de *Oxalis valadiriana* și *O. rosea* au fost frecate și nu au manifestat nici o sensibilitate.

În sfîrșit, se pare că există o oarecare legătură între obiceiul cotiledoanelor e a se ridica vertical noaptea sau de a dormi și între sensibilitatea lor, mai les [între mișcarea cotiledoanelor și sensibilitatea] la atingere a pulvinelor lor, ntrucît toate plantele numite mai sus dorm noaptea. Pe de altă parte, există ulte plante ale căror cotiledoane dorm fără să fie cîtuși de puțin sensibile. ntrucît cotiledoanele mai multor specii de *Cassia* sînt ușor influențate atît de uminarea puțin redusă, cît și de atingere, am fost de părere că aceste două eluri de sensibilitate ar putea să fie în legătură între ele; totuși, acest lucru u este neapărat necesar, deoarece cotiledoanele de *O. sensitiva* nu s-au ridicat tunci cînd au fost ținute prima dată o oră și jumătate, iar a doua oară timp e aproape patru ore într-o cămăruță întunecată. Alte cîteva cotiledoane, ca ele de *Githago segetum*, sînt foarte influențate de o lumină slabă, însă nu se nișcă atunci cînd sînt zgîriate cu un ac. Pare foarte probabil ca la aceeași lantă să existe o oarecare legătură între sensibilitatea cotiledoanelor și frunzele i, deoarece *Smithia* și *Oxalis*, citate mai sus, au fost numite *sensitiva* datorită uptului că frunzele lor sînt senzitive; și cu toate că frunzele mai multor specii e *Cassia* nu sînt sensibile la atingere, totuși, dacă o ramură este scuturată sau tropită cu apă, ele adoptă parțial poziția lor nocturnă de aplecare în jos. Însă egătura dintre sensibilitatea la atingere a cotiledoanelor și a frunzelor aceleiași lante nu este foarte strînsă, după cum se poate deduce din faptul că cotileoanele de *Mimosa pudica* sînt numai foarte puțin sensibile, pe cînd — se știe ine — frunzele sînt sensibile în cel mai înalt grad. De asemenea, frunzele e *Neptunia oleracea* sînt foarte sensibile la atingere, pe cînd cotiledoanele lor u par să prezinte vreun grad oarecare de sensibilitate.

[29] Unica notație privitoare la sensibilitatea cotiledoanelor pe care am întîlnit-o este în legătură cu *Mimosa*, despre care A. de Candolle spune: „Les othylédons du *M. pudica* tendent à se „rapprocher par leurs faces supérieures lorsqu'on les irrite" („Phys. vég.", 1832, vol. II, p. 865). În românește: „cotiledoanele de *M. pudica* tind să se apropie prin fețele lor superioare atunci cînd le iritām" — *N. trad.*

CAPITOLUL AL III-LEA

SENSIBILITATEA VÎRFULUI RADICULEI LA CONTACT ŞI LA ALŢI EXCITANŢI

Modul în care radiculele se curbează atunci cînd întîlnesc un obstacol în pămînt — *Vicia faba*, vîrfurile radiculelor foarte sensibile la contact şi la alţi excitanţi — Efectele unei temperaturi prea ridicate — Capacitatea de a distinge între obiecte fixate de părţi opuse — Vîrfurile sensibile ale radiculei — *Pisum*, vîrful sensibil al radiculei — Efectele unei asemenea sensibilităţi în anihilarea geotropismului — Radiculele secundare — *Phaseolus*, vîrfurile radiculelor foarte puţin sensibile la contact, însă foarte sensibile la substanţe caustice şi la îndepărtarea unei porţiuni — *Tropaeolum* — *Gossypium* — *Cucurbita* — *Raphanus* — *Aesculus*, vîrful nu este sensibil la contact uşor, însă este foarte sensibil la substanţe caustice — *Quercus*, vîrful este foarte sensibil la contact — Capacitatea de deosebire — *Zea*, vîrful foarte sensibil, radicule secundare — Sensibilitatea radiculelor la aer umed — Rezumatul capitolului.

Pentru a vedea cum radiculele plantulelor trec pe deasupra pietrelor, rădăcinilor şi altor obstacole pe care ele le întîlnesc în mod continuu în pămînt, seminţe de bob (*Vicia faba*) în curs de germinare au fost puse în aşa fel încît vîrfurile radiculelor să vină în contact aproape în unghi drept sau în unghi obtuz cu plăcile de sticlă plasate dedesubt. În alte cazuri, boabele erau răsturnate, în timp ce radiculele creşteau, aşa încît ele au coborît aproape vertical pe suprafaţa lor superioară, lată, netedă, aproape plată. Cînd delicata scufie radiculară a atins pentru prima dată vreo suprafaţă direct opusă, ea s-a turtit puţin transversal; turtirea a devenit curînd oblică şi în cîteva ore a dispărut complet, vîrful îndreptîndu-se acum în unghi drept sau aproape drept faţă de mersul său anterior. Radicula părea atunci că alunecă în noua sa direcţie pe deasupra suprafeţei care i se opunea, apăsînd pe aceasta cu o forţă foarte redusă. Rămîne îndoilenic în ce măsură asemenea schimbări bruşte ale mersului anterior al radiculei sînt ajutate de circumnutaţia vîrfului. Bucăţele subţiri de lemn au fost lipite pe plăci de sticlă cu înclinaţie mai mult sau mai puţin abruptă, formînd un unghi drept cu radiculele care alunecau peste ele în jos. S-au vopsit linii drepte de-a lungul părţii terminale în creştere a unora dintre aceste radicule, înainte ca ele să fi întîlnit bucăţica de lemn opusă; şi liniile s-au curbat vizibil în două ore, după ce vîrful a venit în contact cu bucăţelele

de lemn. În cazul unei radicule care crește relativ încet, scufia radiculară, după ce a întîlnit în unghi drept o bucățică aspră de lemn, s-a turtit mai întîi ușor transversal; după un interval de 2 ore și 30 min, turtirea a devenit oblică, iar după alte trei ore turtirea a dispărut complet și vîrful forma acum un unghi drept față de [direcția] anterioară a mersului său. El a continuat apoi să crească în noua sa direcție în lungul bucății de lemn pînă ce a ajuns la capătul ei, în jurul căreia s-a curbat în unghi drept. Curînd după aceea, cînd vîrful a ajuns la marginea plăcii de sticlă, el s-a curbat din nou, formînd un unghi [obtuz] și apoi a coborît perpendicular în nisipul umed.

În cazurile de mai sus, atunci cînd radiculele au întîlnit un obstacol situat în unghi drept față de direcția lor, partea terminală a radiculelor în creștere s-a curbat pe o lungime de 8—10 mm, măsurată de la vîrf. Aceasta se vedea bine din liniile negre, care fuseseră vopsite anterior pe ele. Prima și cea mai evidentă explicație a curbării este că ea rezultă numai din rezistența mecanică față de creșterea radiculei în direcția ei inițială. Această explicație nu ne-a părut totuși satisfăcătoare. După aspectul lor, radiculele nu păreau să fi fost supuse unei presiuni suficiente care să explice curbarea lor, iar Sachus a arătat[1] că partea care crește este mai rigidă decît partea situată imediat deasupra celei ce a încetat să crească, așa încît s-ar fi putut prevedea ca aceasta din urmă să cedeze și să se curbeze de îndată ce vîrful ar întîlni un obiect care nu cedează; în realitate, partea rigidă care crește era aceea care se curba. De altfel am văzut că un obiect care cedează [la presiune] cu cea mai mare ușurință va curba o radiculă; atunci cînd vîrful radiculei bobului a întîlnit suprafața netedă a unei foițe extrem de subțiri de staniol, așezat pe nisip moale, deși nici o urmă nu a fost lăsată pe foița de staniol, totuși radicula s-a curbat în unghi drept. O a doua explicație ne-a venit în minte, anume că și presiunea cea mai delicată ar putea opri creșterea vîrfului, în care caz creșterea ar putea continua numai de o singură parte, iar radicula ar dobîndi astfel o formă dreptunghiulară; această ipoteză lasă însă complet neexplicată curbarea părții superioare pe o lungime de 8—10 mm.

Am ajuns de aceea să presupunem că vîrful era sensibil la atingere și că efectul atingerii era transmis de la el la partea superioară a radiculei, care era astfel determinată să se curbeze, îndepărtîndu-se de obiectul de care s-a atins. Deoarece o mică buclă de ață subțire atîrnată de un cercel sau de pețiolul unei plante cățărătoare îl face să se curbeze, ne-am gîndit că orice obiect mic și dur, fixat de vîrful unei radicule, suspendată liber și crescînd în aer liber, ar putea să-l facă se să curbeze, dacă vîrful ar fi sensibil și dacă totuși bucla de ață nu ar fi exercitat nici o rezistență mecanică asupra creșterii vîrfului. Se vor da detalii complete despre experiențele întreprinse [în acest scop], deoarece rezultatele s-au dovedit a fi remarcabile. Faptul că vîrful radiculei este sensibil la atingere nu a fost observat niciodată, cu toate că, după cum vom vedea ulterior, Sachs a descoperit că radicula este sensibilă puțin deasupra vîrfului și că se curbează ca un cercel *către* obiectul pe care îl atinge. Atunci însă cînd o latură a vîrfului este apăsată de vreun obiect, partea care crește se curbează [îndepărtîndu-se] *de la* acest obiect, ceea ce pare o frumoasă adaptare pentru a evita obstacole în pămînt și, după cum vom vedea, pentru a urma liniile de

[1] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1873, caiet III, p. 398.

cea mai mică rezistență. Multe organe, atunci cînd sînt atinse, se curbează într-o direcție determinată, ca staminele de *Berberis*, lobii de *Dioneae* etc.; și multe organe, ca, de pildă, cîrceii, dacă sînt [considerați drept] frunze modificate, sau pedunculi florali și cîteva tulpini, se curbează spre obiectul care le atinge; credem însă că nu se cunoaște nici un caz al unui organ care să se curbeze [îndepărtîndu-se] de obiectul care-l atinge.

Sensibilitatea vîrfului radiculei de Vicia faba. — După ce au fost înmuiate în apă timp de 24 de ore, semințe de bob comun au fost țintuite cu hilul în jos în interiorul capacului de plută al unor vase de sticlă pe jumătate pline cu apă (în același mod ca și cel folosit de Sachs); pereții și pluta erau bine umezite, iar lumina era exclusă. De îndată ce boabele au emis radicule, unele lungi pînă la 2,5 mm și altele pînă la mai mulți milimetri, mici pătrate sau dreptunghiuri de carton au fost fixate pe laturile scurte, înclinate ale vîrfului lor conic. De aceea, pătratele au aderat oblic față de axa longitudinală a radiculei și aceasta este o precauție foarte necesară, deoarece, dacă, din întîmplare, bucățelele de carton s-ar deplasa sau dacă substanța vîscoasă folosită le-ar deplasa făcîndu-le să devină paralele cu latura radiculei, deși ele s-ar afla numai puțin deasupra vîrfului conic, radicula nu s-ar curba în modul deosebit pe care l-am arătat aici. S-a constatat că pătrate cu latura de aproximativ 1,5 mm sau bucățele dreptunghiulare de aproape aceeași dimensiune sînt cele mai convenabile și satisfăcătoare. La început am folosit carton subțire obișnuit, cum sînt cărțile de vizită, sau bucățele de sticlă foarte subțiri și diferite alte obiecte; însă ulterior s-a folosit mai ales glaspapir, deoarece era aproape tot așa de rigid ca și cartonul subțire, iar suprafața sa aspră favoriza adeziunea. La început am folosit în general [soluție] apoasă gumată, foarte groasă și în aceste împrejurări [soluția] desigur că nu s-a mai uscat cîtuși de puțin; din contra, ea părea să absoarbă vapori de apă, așa încît bucățelele de carton s-au separat de vîrf printr-un strat de lichid. Atunci însă cînd nu a avut loc asemenea absorbție și cartonul nu s-a deplasat, el a acționat bine și a făcut ca radicula să se curbeze spre partea opusă. Trebuie să adaug că [aplicarea de soluție] pe o parte [a vîrfului] nu are prin ea însăși nici o acțiune. În majoritatea cazurilor, bucățelele de carton au fost prinse cu o cantitate extrem de mică dintr-o soluție de șelac în alcool, care fusese lăsat să se evapore pînă s-a îngroșat; apoi soluția care s-a întărit complet în cîteva secunde a fixat bine bucățelele de carton. Atunci cînd mici picături de șelac au fost puse pe vîrfurile radiculelor [de care nu s-a lipit] vreun carton, ele s-au întărit formînd bobițe mici și dure, iar acestea au acționat ca oricare alt obiect tare, făcînd ca radiculele să se curbeze spre partea opusă. După cum se va descrie ulterior, chiar bobițe extrem de mici de șelac acționează uneori într-o mică măsură. Cartoanele au fost însă cele care în numeroasele noastre experiențe au acționat, după cum s-a dovedit mai ales atunci cînd am învelit o latură a vîrfului cu o bucățică din membrana unui cecum de bou (membrană care singură este aproape fără acțiune) și apoi am fixat pe piele cu șelac o bucățică de carton; această bucățică nu a venit niciodată în contact cu radicula; totuși, radicula s-a curbat, îndepărtîndu-se în modul obișnuit de cartonaș.

S-au făcut cîteva încercări preliminare, care vor fi descrise îndată, prin care s-a determinat temperatura potrivită și apoi s-au executat următoarele experiențe. Dar de la început ar trebui stabilit că, pentru ușurarea manipulației, semințele de bob erau fixate întotdeauna pe capacele de plută în așa fel, încît

marginea expusă a radiculei și plumulei să fie îndreptată spre exterior; mai trebuie amintit că, datorită a ceea ce am numit curbura lui Sachs, radiculele, în loc să crească perpendicular în jos, adesea se apleacă puțin, chiar pînă la aproximativ 45^0 spre interior sau sub semințele suspendate de bob. De aceea, atunci cînd un pătrat de carton a fost fixat înaintea vîrfului, aplecarea determinată de aceasta a coincis cu curbura lui Sachs și putea să fie deosebită de ea numai prin faptul că era mai puternic pronunțată sau prin aceea că se producea mai repede. Pentru a evita acest motiv de îndoială, au fost fixate pătra-

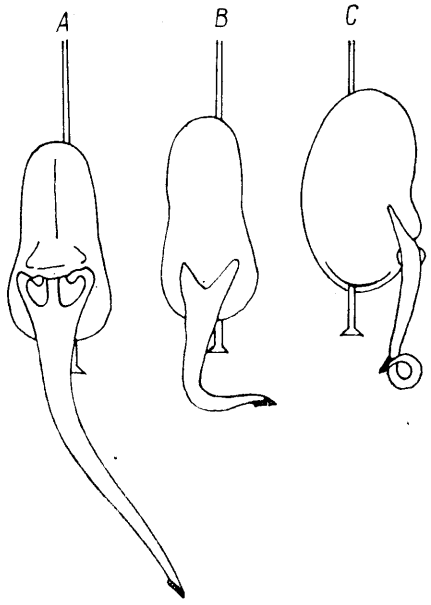


Fig. 65. — *Vicia faba*. *A*, Radiculă începînd să se aplece pe partea opusă micului pătrat de carton atașat; *B*, radicula s-a curbat în unghi drept; *C*, radicula s-a curbat în dublu cerc sau buclă, iar vîrful ei a început să se îndoaie în jos sub acțiunea geotropismului.

tele fie în spate, determinînd o aplecare direct opusă curburii lui Sachs, fie mai des către partea dreaptă sau stîngă. Pentru a fi concișI, vom vorbi despre bucățelele de carton etc. fixate fie în față, fie în spate, fie lateral. Deoarece curbura laterală a radiculei este la o mică distanță de vîrf și deoarece porțiunile extreme, terminale și bazale, sînt aproape drepte, este posibil de a aprecia în mod aproximativ, amploarea curburii prin unghiul format; și cînd se spune că radicula s-a aplecat sub un unghi oarecare de la perpendiculară, aceasta înseamnă că vîrful s-a întors în sus cu atîtea grade față de direcția [de dezvoltare], pe care o urmează în mod natural în jos, și de asemenea că el s-a întors către partea opusă a celeia de care a fost fixat cartonul. Pentru ca cititorul să aibă o idee clară a felului de mișcare provocată de bucățelele de carton lipite, alăturăm aici schițe exacte a trei boabe în curs de germinare, tratate în felul [descris mai sus] și alese dintre mai multe exemplare, pentru a arăta gradațiile în încurbarea vîrfului radiculelor. Vom da acum în detaliu o serie de experiențe, iar ulterior un rezumat al rezultatelor.

În primele 12 încercări, mici pătrate sau dreptunghiuri de glaspapir, lungi de 1,8 mm, și late de 1,5 sau numai de 0,9 mm, au fost fixate cu șelac de vîrful radiculelor. În încercările ulterioare, micile pătrate nu au fost decît întîmplător măsurate, însă erau cam de aceeași dimensiune.

1. Unei radicule tinere, lungă de 4 mm, i s-a fixat în spate un cartonaş; după 9 ore ea s-a curbat înspre partea turtită a seminţei de bob cu 50° faţă de perpendiculară, în sens opus cu curbura lui Sachs; ea s-a [îndepărtat] astfel de cartonaş; în dimineaţa următoare, la 23 de ore de la momentul fixării seminţei [nu s-a mai observat] nici o modificare.

2. Unei radicule lungi de 5,5 mm i s-a fixat, în spate, un cartonaş; după 9 ore radicula era îndoită cu 20° faţă de planul perpendicular al [seminţei] bobului şi faţă de cartonaş; curbarea radiculei era în opoziţie cu curbura lui Sachs; după 23 de ore nu s-a observat nici o schimbare.

3. Unei radicule lungi de 11 mm i s-a fixat un carton în spate; după 9 ore radicula era încovoiată cu 40° faţă de planul perpendicular al bobului şi faţă de carton; îndoirea radiculei era în opoziţie cu curbura lui Sachs. Vîrful radiculei era mai încurbat decît partea superioară, însă în acelaşi plan cu ea. După 23 de ore, capătul vîrfului era puţin încurbat înspre carton; curbarea generală a radiculei a rămas aceeaşi.

4. Radiculă lungă de 9 mm, cu un carton fixat în spate şi puţin lateral; după 9 ore radicula era îndoită în planul bobului numai cu circa 7 sau 8° de la perpendiculară şi de la carton, încurbarea radiculei fiind în opoziţie cu curbura lui Sachs. În plus, există o mică curbură laterală îndreptată parţial în sensul opus cartonului. După 23 de ore [nu s-a observat] nici o schimbare.

5. Radiculă lungă de 8 mm, cu cartonul fixat aproape lateral; după 9 ore radicula era îndoită cu 30° de la perpendiculară în planul bobului şi în opoziţie cu curbura lui Sachs; radicula era de asemenea îndoită cu 20° faţă de perpendiculară, într-un plan făcînd un unghi drept cu cel de sus; după 23 de ore radicula [nu a prezentat] nici o schimbare.

6. Radiculă lungă de 9 mm, cu cartonul fixat în faţă; după 9 ore radicula era îndoită în planul bobului cu circa 40° faţă de verticală, îndepărtîndu-se de carton, dar în direcţia curburii lui Sachs. Aici nu avem deci nici o dovadă că o cauză a curburii radiculei a fost cartonul, afară de faptul că o radiculă nu se va mişca niciodată spontan, [descriind un unghi] de 40° în decurs de 9 ore. După 23 de ore, curbura radiculei nu prezenta nici o modificare.

7. Radiculă lungă de 7 mm, cu un carton fixat în spate; după 9 ore partea terminală a radiculei era încovoiată în planul bobului cu 20° faţă de verticală, îndepărtîndu-se de carton şi fiind în opoziţie cu curbura lui Sachs. După 22 de ore şi 30 min, această parte a radiculei s-a îndreptat.

8. Radiculă lungă de 12 mm, cu carton fixat aproape lateral; după 9 ore ea era îndoită lateral într-un plan în unghi drept cu cel al bobului, dar făcînd un unghi între 40 şi 50° faţă de verticală şi faţă de carton. În planul bobului, însăşi curbarea a fost de 8 sau 9° de la verticală şi de carton, în opoziţie cu curbura lui Sachs. După 22 de ore şi 20 min, extremitatea vîrfului se îndoise puţin înspre carton.

9. Cartonul fixat lateral; după 11 ore şi 30 min, nici un efect, radicula fiind încă aproape verticală.

10. Cartonul fixat aproape lateral; după 11 ore şi 30 min, [vîrfurile radiculei erau îndoite] cu 90° faţă de verticală şi de carton, într-un plan intermediar între cel al bobului însuşi şi [un al doilea] plan în unghi drept faţă de planul bobului. În consecinţă, radicula era parţial aplecată în sensul curburii lui Sachs.

11. Vîrf de radiculă apărat cu o bucată de pieliţă din [intestin] * de bou, avînd un pătrat de carton de dimensiuni obişnuite fixat cu şelac; după 11 ore vîrful se curbase mult în planul bobului în direcţia curburii lui Sachs, însă într-un grad mult mai mare şi în mai puţin timp decît se produce vreodată o încovoiere spontană.

12. Vîrf de radiculă apărat ca în cazul precedent; după 11 ore nu se observă nici un efect, însă după 34 de ore şi 40 min vîrful era vizibil curbat de partea opusă cartonului. Această acţiune lentă se datora probabil faptului că o porţiune din cecumul de bou s-a încovoiat şi a atins uşor partea opusă a vîrfului şi astfel l-a iritat.

13. Unei radicule avînd o lungime considerabilă i s-a fixat cu şelac un mic pătrat de carton în partea laterală a vîrfului; după numai 7 ore şi 16 min, o porţiune de un centimetru de la vîrf, măsurată de-a lungul mijlocului, s-a curbat foare mult către partea opusă cartonului.

* În original: piele din cecum de bou (*N. trad.*).

14. Un caz în toate privinţele asemănător cu cel precedent, cu excepţia că numai o lungime de 0,625 cm din radiculă s-a curbat în acest fel.

15. Un mic pătrat de carton a fost fixat cu şelac de vîrful unei radicule tinere; după 9 ore şi 16 min el s-a îndoit cu 90° faţă de perpendiculară şi de partea opusă cartonului. După 24 de ore, curbarea a scăzut mult, iar după încă o zi ea s-a redus la 23° faţă de perpendiculară.

16. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac în [partea] din spatele vîrfului unei radicule, care, din cauză că direcţia sa a fost modificată în timpul creşterii, s-a încovoiat cu circa 45° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului, fiind în opoziţie cu curbura lui Sachs.

17. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac; după 8 ore radicula s-a încovoiat în unghi drept faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului. După alte 16 ore, curbura s-a redus mult.

18. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac; după 8 ore [nu s-a văzut] nici un efect; după 23 de ore şi 3 min de la fixare, radicula s-a curbat mult spre partea opusă cartonului.

19. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac; după 24 de ore [nu s-a văzut] nici un efect, însă radicula nu crescuse bine şi părea că nu este sănătoasă.

20. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac; după 24 de ore [nu s-a văzut] nici un efect.

21, 22. Două pătrate de carton au fost fixate cu şelac; după 24 de ore, radiculele ambelor boabe s-au îndoit cu aproximativ 45° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartoanelor.

23. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac de o radiculă tînără; după 9 ore radicula s-a curbat foarte puţin spre partea opusă cartonului; după 34 de ore vîrful s-a curbat înspre carton. S-a fixat din nou lateral un alt pătrat; după 9 ore acesta era în mod evident aplecat spre partea opusă cartonului, iar după 24 de ore era îndoit în unghi drept faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului.

24. De vîrf a fost fixată cu şelac o bucată dreptunghiulară, relativ mare, de carton; după 24 de ore nu s-a observat nici un efect; s-a constatat însă că bucăţica de carton nu atingea vîrful. Un nou pătrat mic a fost fixat apoi cu şelac; după 16 ore [s-a observat] o uşoară îndoire faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului. După încă o zi radicula a devenit aproape dreaptă.

25. Un pătrat de carton a fost fixat lateral de vîrful unei radicule tinere; după 9 ore s-a aplecat mult faţă de perpendiculară; după 24 de ore aplecarea s-a redus. S-a refixat un nou pătrat cu şelac; după 24 de ore [vîrful s-a] îndoit cu circa 40° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului.

26. Un pătrat foarte mic de carton a fost fixat cu şelac de vîrful unei radicule tinere; după 9 ore s-a îndoit aproape în unghi drept faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului; după 24 de ore curbarea s-a redus mult; după alte 24 de ore radicula era aproape dreaptă.

27. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac de vîrful unei radicule tinere; după 9 ore el s-a îndoit în unghi drept faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului; în dimineaţa următoare vîrful era complet drept. S-a fixat din nou lateral, cu şelac, un pătrat; după 9 ore [s-a observat] o mică îndoire, care după 24 de ore s-a mărit, formînd aproape un unghi de 20° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului.

28. Un pătrat de carton a fost fixat cu şelac; după 9 ore s-a observat o oarecare curbare; în dimineaţa următoare cartonul a căzut; el a fost fixat din nou cu şelac, a slăbit din nou şi a fost iarăşi fixat; şi acum, la a treia încercare, radicula s-a îndoit în unghi drept spre partea opusă cartonului, după 14 ore.

29. Un pătrat mic de carton a fost fixat de vîrful radiculei mai întîi cu gumă arabică groasă. [Fixarea cartonului] a produs un efect redus, însă curînd el a căzut. Apoi un pătrat similar a fost fixat cu şelac lateral; după 9 ore radicula se curbase cu aproape 45° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului. După alte 36 de ore, curbura unghiului s-a redus la circa 30°.

30. O bucată foarte mică de foiţă de staniol, mai mică de 0,125 cm^2, a fost fixată cu şelac de vîrful unei radicule tinere; după 24 de ore [nu s-a produs] nici un efect. Foiţa de staniol a fost îndepărtată şi un pătrat mic de glaspapir a fost fixat cu şelac; după 9 ore vîrful se încovoiase aproape în unghi drept faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului. În dimineaţa următoare, curbarea s-a redus la circa 40° faţă de perpendiculară.

31. Un ciob de sticlă subţire a fost lipit de vîrf; după 9 ore nu s-a observat nici un efect; atunci s-a constatat însă că ciobul nu atingea vîrful radiculei. În dimineaţa următoare a fost fixat de vîrf cu şelac un pătrat de carton şi după 9 ore radicula era considerabil curbată spre partea opusă cartonului. După alte două zile, curbura s-a micşorat şi nu mai era decît de 35° de la perpendiculară.

32. Un pătrat mic de glaspapir a fost lipit lateral cu gumă arabică, groasă, de vîrful unei radicule drepte, lungi; după 9 ore el era puternic îndoit faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului curbura se întinsese pe o lungime de 0,55 cm de la vîrf. După alte 3 ore, porţiunea terminală a vîrfului era îndoită în unghi drept faţă de perpendiculară. În dimineaţa următoare, porţiunea încovoiată era lungă de 0,9 cm.

33. Un pătrat de carton a fost lipit de vîrf; după 15 ore vîrful s-a curbat cu aproape 90° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului.

34. O mică bucată dreptunghiulară de glaspapir a fost lipită de vîrf; după 15 ore, vîrful era curbat cu 90° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului; în decursul următoarelor 3 zile, porţiunea terminală a vîrfului s-a răsucit mult şi pînă în cele din urmă s-a încolăcit în spirală.

35. Un pătrat de carton a fost lipit de vîrf; după 9 ore, vîrful s-a încovoiat spre partea opusă cartonului; după 24 de ore din momentul ataşării, vîrful, foarte mult aplecat, era oblic şi parţial în opoziţie cu curbura lui Sachs.

36. O bucăţică de carton, ceva mai mică decît 0,125 cm^2, a fost lipită de vîrf; în 9 ore, vîrful s-a curbat mult spre partea opusă cartonului şi în opoziţie cu curbura lui Sachs; după 24 de ore, el s-a încovoiat foarte mult în aceeaşi direcţie. După încă o zi, extremitatea vîrfului era curbată înspre carton.

37. Un pătrat de carton a fost lipit de vîrf, în faţă; el nu a produs aproape nici un efect după 8 ore şi 30 min; s-a fixat din nou, lateral, un nou pătrat şi după 15 ore vîrful s-a curbat cu aproape 90° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului. După alte două zile, curbura vîrfului era mult redusă.

38. Un pătrat de carton a fost lipit de vîrf; după 9 ore, vîrful era mult încovoiat; după 24 de ore din momentul fixării, curbarea a sporit pînă aproape de 90°. După încă o zi, porţiunea terminală s-a încovoiat formînd o buclă, iar în ziua următoare o spirală.

39. O bucăţică dreptunghiulară de carton a fost lipită de vîrf, în faţă, însă puţin lateral; în 9 ore, vîrful era uşor îndoit în direcţia curburii lui Sachs, însă puţin oblic şi de partea opusă cartonului. Ziua următoare, vîrful era îndoit mai mult în aceeaşi direcţie, iar după alte două zile el era încolăcit, formînd un inel.

40. Un pătrat de carton a fost lipit de vîrf; după 9 ore, vîrful era uşor îndoit spre partea opusă cartonului; în dimineaţa următoare, radicula era dreaptă, iar vîrful ei crescuse dincolo de carton. Un nou carton a fost fixat lateral cu şelac; în 9 ore, vîrful era încovoiat lateral, însă tot în direcţia curburii lui Sachs. După alte două zile, curbura s-a accentuat mult însă în aceeaşi direcţie.

41. Un pătrat mic din foiţă de staniol a fost fixat cu gumă arabică de o parte a vîrfului unei radicule tinere şi scurte; după 15 ore nu s-a observat nici un efect, însă foiţa de staniol s-a deplasat. Ulterior, un mic pătrat de carton a fost lipit de o latură a vîrfului, care după 8 ore şi 40 min era puţin curbat; după 24 de ore de la fixarea cartonului, vîrful s-a îndoit cu 90° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă cartonului; după alte 9 ore, vîrful s-a încovoiat spre zenit. În 3 zile din momentul fixării cartonului, porţiunea terminală a radiculei [s-a răsucit] şi a format un inel sau cerc.

42. Un pătrat mic de hîrtie de scris groasă a fost lipit de vîrful unei radicule; după 9 ore, vîrful era îndoit spre partea opusă pătratului. În 24 de ore de la fixarea hîrtiei, îndoirea vîrfului era mult sporită, iar după alte două zile ea era de 50° faţă de perpendiculară şi spre partea opusă hîrtiei.

43. O aşchie îngustă din rahisul [unei pene] a fost fixată cu şelac de vîrful unei radicule. După 9 ore nu s-a observat nici un efect; după 24 de ore [s-a observat] o curbare moderată, însă acum rahisul încetase de a mai atinge vîrful. Rahisul a fost îndepărtat şi a fost lipit de vîrf cu gumă arabică un mic pătrat de carton, care după 8 ore a determinat o uşoară îndoire a vîrfului. În a patra zi de la prima fixare a rahisului, extremitatea vîrfului radiculei era încovoiată înspre carton.

44. Un ciob relativ lung şi îngust de sticlă extrem de subţire a fost fixat de vîrf cu şelac; el a determinat în 9 ore o uşoară curbare a vîrfului, care a dispărut în 24 de ore;

atunci s-a constatat că ciobul nu atingea vîrful. El a fost fixat din nou, de două ori, cu aproape aceleași rezultate, și anume el a cauzat o ușoară curbare, care a dispărut curînd. În a patra zi de la prima fixare, vîrful era curbat spre ciob.

Din aceste experiențe reiese clar că vîrful radiculei bobului este sensibil la atingere și că el face ca partea superioară a radiculei să se curbeze spre partea opusă obiectului care o atinge. Însă înainte de a generaliza rezultatele este potrivit să facem pe scurt alte cîteva observații. Cioburile de sticlă, foarte subțiri, și pătratele mici de carton obișnuit au fost fixate cu gumă arabică groasă de vîrful radiculei la șapte semințe de bob într-o încercare preliminară. Asupra a șase dintre acestea [obiectul fixat] a acționat în mod evident, iar în două cazuri radiculele s-au încolăcit formînd bucle complete. O radiculă s-a curbat într-un semicerc într-un timp foarte scurt, în 6 ore și 10 min. A șaptea radiculă, care nu a fost influențată, pare să nu fi fost sănătoasă, deoarece în ziua următoare ea a devenit de culoare cafenie, așa încît nu a constituit o excepție reală. Unele dintre aceste încercări au fost făcute la începutul primăverii pe vreme friguroasă într-un salon, iar altele într-o seră în care însă temperatura nu a fost înregistrată. Aceste șase cazuri remarcabile aproape că ne-au convins că vîrful radiculei este sensibil, însă ne-am hotărît să facem mai multe alte încercări. Deoarece observăm că radiculele creșteau mult mai repede cînd erau supuse unei temperaturi mari și întrucît ne imaginăm că sensibilitatea lor va spori prin căldură, vase cu semințe de bob în curs de germinare au fost suspendate în aer umed și așezate lîngă un cămin, unde erau supuse aproape toată ziua unei temperaturi între 20 și 22°C; unele au fost puse însă în seră, unde temperatura era ceva mai ridicată. S-au experimentat în acest fel cu peste două duzini de semințe de bob; și atunci cînd un pătrat de sticlă sau de carton nu a acționat, el a fost îndepărtat și a fost fixat unul nou, aceasta făcîndu-se adesea de trei ori pe aceeași radiculă. De aceea s-au făcut în total între cinci și șase duzini de încercări. Însă din acest mare număr de cazuri nu a apărut decît la o singură radiculă [care s-a curbat], dar în mod distinct față de perpendiculară și spre partea opusă obiectului fixat. În alte cinci cazuri a apărut o curbare foarte ușoară și îndoielnică. Am fost mirați de acest rezultat și am conchis că fusese vreo greșeală inexplicabilă în primele șase experiențe. Însă înainte de a părăsi definitiv acest subiect, ne-am hotărît să mai facem o încercare, deoarece ne-am gîndit că sensibilitatea este ușor influențată de condiții exterioare și că radiculele, la începutul primăverii crescînd [în condiții] naturale în pămînt, nu sînt supuse unei temperaturi atît de ridicate cum era aceea de 21°C. De aceea am lăsat radiculele a 12 semințe de bob să crească la o temperatură între 12,7 și 15,5°C. Rezultatul a fost că în fiecare din aceste cazuri (incluse în experiențele de mai sus) radicula s-a curbat în decurs de cîteva ore spre partea opusă obiectului fixat de ea. Toate încercările reușite înregistrate mai sus și alte cîteva care vor fi expuse îndată au fost făcute într-o cameră la temperaturile indicate mai sus. De aceea se pare că o temperatură în jurul sau mai curînd peste 21°C distruge direct sau indirect sensibilitatea radiculelor, prin creșterea anormal de accelerată; și probabil că acest fapt curios explică de ce Sachs, care a afirmat în mod explicit că semințele sale de bob erau ținute la o temperatură ridicată, nu a reușit să descopere sensibilitatea vîrfului radiculei.

Însă în sensibilizarea [vîrfurilor] intervin și alte cauze. În cursul ultimelor zile din anul 1878 și al primelor zile ale anului următor, cu 18 radicule s-au

făcut experienţe, fixîndu-se la ele mici pătrate de glaspapir, unele cu şelac şi altele cu gumă arabică. Ele au fost ţinute într-o cameră la o temperatură potrivită în cursul zilei, însă noaptea în cameră era probabil prea rece, întrucît în acel timp domnea afară un ger aspru. Radiculele păreau sănătoase, însă ele creşteau foarte încet. Rezultatul a fost că numai 6 din cele 18 s-au îndoit în direcţia opusă cartoanelor fixate, şi acestea numai foarte încet şi într-o mică măsură. De aceea aceste radicule prezentau un contrast izbitor cu cele 44 descrise mai sus. La 6 şi 7 martie, cînd temperatura camerei a variat între 11,6 şi 15°C, s-a experimentat în acelaşi fel cu 11 seminţe de bob în curs de germinare şi acum toate radiculele s-au aplecat îndepărtîndu-se de cartoane, cu toate că una era numai uşor aplecată. Unii horticultori cred că anumite soiuri de seminţe nu germinează cum trebuie în mijlocul iernii chiar cînd sînt ţinute la temperaturi potrivite. Dacă realmente există vreo perioadă potrivită pentru germinarea bobului, gradul slab de sensibilitate a radiculelor de mai sus poate că s-a datorat faptului că încercarea a fost făcută în mijlocul iernii şi nu numai din motivul că nopţile erau prea reci. În sfîrşit, radiculele a patru boabe care, din vreo cauză înnăscută, au germinat mai tîrziu decît celelalte boabe din acelaşi lot şi care creşteau încet, cu toate că păreau sănătoase, au fost încercate în acelaşi fel, dar chiar după 24 de ore ele nu erau aproape de loc aplecate spre partea opusă cartoanelor fixate de ele. Putem deduce de aceea că oricare cauză care încetineşte sau accelerează peste normal viteza de creştere a radiculelor micşorează sau anulează sensibilitatea vîrfurilor lor la atingere. O atenţie specială merită faptul că, atunci cînd obiectele fixate nu reuşesc să acţioneze, nu are loc nici un fel de încurbare [a vîrfurilor], cu excepţia numai a curburii lui Sachs. Forţa dovezilor noastre ar fi fost mult slăbită dacă uneori, cu toate că rar, radiculele s-ar fi aplecat în vreo direcţie independentă [de partea de care] s-au fixat obiectele. În cele 44 de experienţe numerotate de mai sus se poate totuşi observa că uneori, după un interval considerabil de timp, extremitatea vîrfului se apleacă brusc înspre bucăţica de carton; acesta este însă un fenomen complet distinct, după cum se va explica îndată.

Rezumatul rezultatelor experienţelor de mai sus asupra radiculelor de Vicia faba. — Au fost fixate în diferite momente de una din laturile vîrfurilor conice a 55 de radicule mici pătrate (de circa 0,125 cm^2) în general de glaspapir tot aşa de rigid ca şi un carton subţire (avînd grosimea între 0,15 şi 0,20 mm), iar alteori de carton obişnuit sau mici cioburi de sticlă foarte subţire etc. Ultimele 11 cazuri, nu însă şi cele preliminare, au fost incluse în experienţele relatate. În modul cel mai curent, pătratele etc. au fost fixate cu şelac, însă în 19 cazuri cu gumă arabică groasă. Cîn aceasta din urmă a fost folosită, uneori pătratele au fost găsite, după cum s-a afirmat anterior, separate de vîrf printr-un strat lichid gros, aşa încît nu exista nici un contact cu vîrful şi, în consecinţă, nici o încurbare a radiculei; dar cele cîteva cazuri de acest fel nu au fost luate în consideraţie. Însă în fiecare caz în care s-a folosit şelac rezultatul a fost înregistrat, afară numai de cazul cînd pătratul a căzut repede. În mai multe cazuri în care pătratele s-au deplasat, aşa încît să devină paralele cu radicula, sau erau separate de vîrf prin lichid, sau cînd ele cădeau repede, pătrate noi au fost fixate, iar aceste cazuri (descrise în paragrafele numerotate) sînt incluse [în experienţele relatate] aici. Din 55 de radicule pe care s-a experimentat la temperaturile adecvate, 52 s-au curbat, în general, într-o mare măsură faţă de perpendiculară şi s-au îndepărtat de partea de care era fixat obiectul. Din

cele trei nereușite, una poate fi explicată, deoarece radicula s-a ofilit a doua zi, iar a doua nu a fost observată decît în decurs de 11 ore și 30 min. Deoarece în mai multe cazuri partea terminală, în creștere, a radiculei a continuat cîtva timp să se aplece de partea opusă obiectului fixat de ele, vîrful radiculei a luat forma unui cîrlig cu vîrful îndreptat spre zenit sau chiar a unui inel și uneori a unei spirale. Este remarcabil că aceste din urmă cazuri s-au întîmplat mai des atunci cînd obiectele au fost atașate cu gumă arabică groasă, care nu s-a uscat decît atunci cînd s-a folosit șelac. Curbura era adesea bine pronunțată la 7 și 11 ore după fixare, iar într-un caz un semicerc s-a format la 6 ore și 10 min după fixare. Însă pentru a vedea fenomenul tot atît de bine manifestat ca și în cazurile descrise mai sus, este indispensabil ca bucățelele de carton etc. să adere strîns de părțile vîrfului conic; este indispensabil să se aleagă radicule sănătoase, care să fie ținute la o temperatură nici prea înaltă și nici prea scăzută și, după cît se pare, încercările să nu fie făcute în mijlocul iernii. În zece cazuri, radiculele care se aplecaseră de partea opusă pătratului de carton sau a altui obiect fixat de vîrful lor s-au redresat într-o oarecare măsură sau chiar complet în decurs de o zi sau de două zile din momentul fixării. Acest lucru era mai ales susceptibil să se întîmple atunci cînd curbura era neînsemnată. Într-un caz însă (nr. 27), o radiculă care 9 ore se curbase cu circa 90° de la perpendiculară s-a redresat complet în 24 de ore de la fixare. La nr. 26, radicula era aproape dreaptă după 48 de ore. La început am atribuit procesul de îndreptare faptului că radiculele se obișnuiesc cu un stimulent ușor, la fel cum un cîrcel sau un pețiol sensibil se obișnuiește cu buclă ușoară de ață și se îndreaptă, cu toate că spirala mai rămîne suspendată; însă Sachs afirmă[2] că radiculele bobului plasate orizontal în aer umed, după ce s-au aplecat în jos prin geotropism, se îndreaptă puțin prin creșterea laturii lor inferioare sau concave. Nu este clar de ce are loc această [creștere]; poate însă că ea a intervenit de asemenea în cele zece cazuri de mai sus. Există o altă mișcare întîmplătoare care nu trebuie trecută cu vederea. În șase cazuri, după un interval de 24 de ore sau mai mult, s-a constatat că vîrful radiculei s-a aplecat pe o lungime de 2—3 mm înspre bucățica de carton, care mai era fixată de ele, adică într-o direcție exact opusă curburii produse anterior, [care interesa] întregul vîrf în creștere pe o lungime între 7 și 8 mm. Aceasta s-a întîmplat mai ales atunci cînd prima curbură era mică și cînd un obiect a fost fixat de mai multe ori de vîrful aceleiași radicule. Fixarea cu șelac a unei bucățele de carton de una din laturile vîrfului delicat sau lipirea de mai multe ori cu gumă arabică groasă poate împiedica uneori mecanic creșterea; și atunci creșterea împiedicată de partea lipită, [urmată de creșterea] continuă de partea opusă nevătămată, ar explica curbura inversă a vîrfului.

S-au efectuat diferite încercări pentru a se stabili, pe cît se poate, natura și gradul de iritație la care trebuie să fie supus vîrful radiculei, pentru ca partea sa terminală în creștere să se aplece de partea opusă cauzei iritației, ca și cum ar evita-o. Am văzut în experiențele pe care le-am numerotat că un mic pătrat de hîrtie de scris relativ groasă, lipită de vîrf, produce o curbare însemnată, deși înceată. Judecînd după mai multe cazuri în care diferite obiecte fuseseră fixate cu gumă arabică, dar s-au separat repede de vîrf printr-un strat de lichid,

[2] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1873, caiet III, p. 456.

precum și după cîteva încercări în care numai cîteva picături de gumă arabică groasă fuseseră folosite, acest lichid [în sine] nu provoacă niciodată curbarea vîrfurilor. Am văzut de asemenea în experiențele pe care le-am numerotat că așchii înguste din rahisurile de pene sau așchii foarte subțiri de sticlă fixate cu șelac au determinat numai puțină aplecare, ceea ce se poate datora șelacului însuși. Mici pătrate de pieliță din cecumuri de bou, pieliță care este excesiv de subțire, umezite, au fost astfel făcute ca să adere de una din părțile vîrfului a două radicule; una din acestea nu a produs după 24 de ore nici un efect, după cum nu a produs nici cealaltă în 8 ore, timp în care acționează de obicei pătratele de carton; însă după 24 de ore se observa o ușoară aplecare.

O bobiță sau mai curînd o turtiță ovală de șelac uscat, lungă de 1,01 mm și lată de 0,63 mm, a făcut ca o radiculă să se aplece în unghi aproape drept în decurs de numai 6 ore; însă după 23 de ore vîrful radiculei aproape că se îndreptase. O foarte mică cantitate de șelac dizolvat a fost întinsă pe o bucățică de carton și vîrfurile a nouă radicule au fost atinse lateral cu acest carton; numai două dintre vîrfuri s-au aplecat ușor de partea opusă celei purtînd particula de șelac uscat, iar ulterior ele s-au îndreptat. Aceste particule au fost îndepărtate și ambele cîntăreau mai puțin de 0,65 mg, așa încît o greutate mai mică de 0,32 mg a fost de ajuns ca să provoace o mișcare de aplecare la două din cele nouă radicule. Se pare că aici am atins aproape greutatea minimă capabilă să acționeze.

Un păr rigid, moderat de gros (care, fiind măsurat, s-a constatat că este puțin turtit, unul din diametre fiind de 0,33 mm, iar celălalt de 0,70 mm), a fost tăiat în bucăți lungi de aproximativ 12,5 mm. După ce bucățelele din firul de păr au fost atinse cu gumă arabică groasă, ele au fost fixate pe vîrfurile a 11 radicule. Trei dintre ele au fost influențate; una s-a curbat în 8 ore și 15 min, formînd un unghi de aproximativ 90° față de perpendiculară; o a doua s-a încurbat în aceeași măsură cînd a fost examinată după 9 ore; însă după 24 de ore din momentul fixării, încurbarea scăzuse la numai 19°; al treilea vîrf s-a aplecat numai puțin după 9 ore și s-a constatat atunci că bucățica de păr rigid nu atingea vîrful; ea a fost refixată, iar după alte 15 ore aplecarea vîrfului era de 26° față de perpendiculară. Bucățelele de păr rigid nu au acționat de loc asupra restului de opt radicule, așa încît pare să fi atins aproape dimensiunea minimă a unui obiect care acționează asupra radiculei bobului. Este însă de remarcat că, atunci cînd bucățelele rigide ale firului de păr au acționat asupra vîrfurilor radiculelor, acțiunea lor a fost rapidă și eficace.

Deoarece, atunci cînd pătrunde în pămînt, vîrful radiculei trebuie să fie presat din toate părțile, am dorit să aflăm dacă el putea distinge substanțele mai tari sau mai rezistente de cele mai moi. Un pătrat de glaspapir, aproape tot atît de rigid ca și cartonul, și un pătrat de hîrtie extrem de subțire (prea subțire pentru scris), de exact aceeași dimensiune (circa 0,125 cm), au fost fixate cu șelac de părțile opuse ale vîrfurilor a 12 radicule suspendate. Glaspapirul era gros între 0,15 și 0,20 mm, iar hîrtia subțire de numai 0,045 mm. În opt din cele 12 cazuri nu există îndoială că radicula era curbată în partea opusă părții din vîrful radiculei de care era atașat glaspapirul și înspre partea radiculei purtînd hîrtia foarte subțire. Aceasta s-a întîmplat în unele cazuri în 9 ore, în altele însă numai după ce trecuseră 24 de ore. De altfel, unele dintre cele patru experiențe nereușite pot fi cu greu considerate realmente drept nereușite; astfel la una din ele, la care radicula a rămas complet dreaptă, pătratul de hîrtie

subțire a fost găsit, atunci cînd a fost îndepărtat, acoperit cu un strat atît de gros cu șelac, încît era aproape tot atît de rigid ca și cartonul; în al doilea caz, radicula era curbată în sus în semicerc, însă aplecarea nu era direct spre partea opusă cartonului, ceea ce s-a explicat prin faptul că cele două pătrate, lipindu-se lateral laolaltă, formau un fel de furcă rigidă, iar radicula s-a aplecat de partea opusă; în al treilea caz, pătratul de hîrtie fusese fixat din greșeală în față și, cu toate că a existat o aplecare în partea opusă lui, aceasta s-ar fi putut datora curburii lui Sachs; numai celui de-al patrulea caz nu i s-a putut atribui nici un motiv care să ne explice de ce radicula sa nu s-a aplecat de loc. Aceste experiențe sînt de ajuns pentru a dovedi că vîrful radicului are extraordinară capacitate de a deosebi un carton subțire de o hîrtie foarte subțire și că el se apleacă de partea opusă părții comprimate de substanță mai rezistentă sau mai dură.

S-au făcut apoi cîteva încercări de iritare a vîrfurilor, fără a lăsa vreun obiect în contact cu ele. Vîrfurile a nouă radicule suspendate deasupra apei au fost frecate fiecare de cîte șase ori cu un ac, cu suficientă forță pentru a zgudui întregul bob; temperatura era favorabilă [creșterii radiculelor], adică circa 17°C. În șapte din aceste cazuri nu s-a observat nici un efect; în al optulea caz, radicula s-a aplecat puțin spre partea opusă celei frecate, iar în al nouălea caz vîrful s-a aplecat puțin înspre partea frecată; însă aceste două din urmă curburi opuse erau probabil întîmplătoare, deoarece radiculele nu cresc întotdeauna în jos perfect de drept. Vîrful altor două radicule a fost frecat în același fel timp de 15 secunde cu un bețișor mic, rotund, alte două timp de 30 de secunde, iar alte două timp de un minut, fără însă ca să se fi produs vreun efect. Din aceste 15 încercări putem deci conchide că radiculele nesensibile la o atingere temporară [devin sensibile dacă] asupra lor acționează o presiune prelungită, însă foarte slabă.

Am încercat apoi efectele îndepărtării prin secționare a unei porțiuni foarte subțiri din vîrf, paralelă cu una din laturile înclinate ale acestuia și credeam că rana va produce o iritație prelungită, care ar putea determina o curbare înspre partea opusă, ca în cazul unui obiect fixat. S-au făcut două încercări preliminare: mai întîi s-au secționat porțiuni subțiri din radiculele a șase semințe de bob suspendate în aer umed; secționarea s-a făcut cu o pereche de foarfece, care, cu toate că erau ascuțite, au provocat probabil mari striviri și secționarea nu a fost urmată de nici o aplecare a vîrfurilor. În al doilea rînd s-au făcut secțiuni oblice, tăindu-se cu un brici felii subțiri din vîrfurile a trei radicule suspendate ca și cele anterioare; după 44 de ore, două au fost găsite evident curbate spre partea opusă suprafeței secționate, iar a treia, care în întregime fusese tăiată oblic în mod accidental, era încolăcite în sus deasupra bobului; nu s-a stabilit însă clar dacă la început curbura era îndreptată spre partea opusă suprafeței tăiate. După aceste rezultate ne-am propus să continuăm experiența, și anume să tăiem cu un brici și să îndepărtăm cîte o latură a vîrfurilor conice la 18 radicule, care în aer umed crescuseră vertical în jos. Vîrfurile au fost lăsate să atingă ușor ape din vase și au fost expuse la o temperatură de 14—16°C. Observațiile au fost făcute în diferite momente. Trei radicule au fost examinate la 12 ore după ce au fost secționate și toate erau ușor curbate spre partea opusă suprafeței secționate, iar curbura s-a mărit mult după alte 12 ore; opt vîrfuri au fost examinate după 19 ore, patru după 22 de ore și 30 min și trei după 25 de ore. Rezultatul final a fost că, din cele 18 radicule [supuse] astfel experimentării, 13 erau evident

curbate spre partea opusă suprafeței secționate, după intervalele de timp [descrise] mai sus, iar o alta a devenit curbată după un interval de alte 13 ore și 30 min, așa încît numai patru din aceste 18 radicule nu au reacționat. La aceste 18 cazuri ar trebui adăugate cele trei menționate anterior. De aceea se poate conchide că secționarea cu un brici a unei felii subțiri a uneia din părțile vîrfului conic produce o curbură spre partea opusă suprafeței lezate.

În cele din urmă s-a folosit o substanță corosivă (nitrat de argint) pentru a irita o latură a vîrfului. Dacă o latură a vîrfului sau întreaga parte terminală în creștere a unei radicule este ucisă sau greu lezată într-un fel oarecare, cealaltă latură continuă să crească, ceea ce face ca această parte să se curbeze înspre latura lezată[3]. În experiențele următoare ne-am străduit, în general cu succes, să irităm una din părțile vîrfurilor fără să le alterăm grav. Aceasta s-a efectuat uscînd mai întîi vîrful pe cît posibil cu sugativă, cu toate că încă a rămas puțin umed și apoi atingîndu-l o dată cu o substanță corosivă complet uscată. Șaptesprezece radicule au fost tratate în acest fel și au fost suspendate în aer umed deasupra apei la o temperatură de 14,5°C. Ele au fost examinate după un interval de 21 sau 24 de ore. Vîrfurile a două radicule au fost găsite la fel de înnegrite de jur împrejur, așa încît ele nu [indicau] nimic, și au fost aruncate, rămînînd 15 radicule. Dintre acestea, 10 erau aplecate de partea opusă celei care fusese atinsă; pe ele era cîte un semn foarte mic cafeniu sau negricios. Cinci dintre aceste radicule, din care trei erau de pe acum puțin aplecate, au fost lăsate să intre în apa din vas, fiind reexaminate după un alt interval de 27 de ore (adică la 48 de ore după aplicarea substanței corosive) și acum patru dintre ele se încovoiaseră, fiind aplecate de partea opusă, decolorate, avînd vîrfurile radiculelor îndreptate spre zenit; a cincea radiculă a rămas neinfluențată și dreaptă. S-a acționat astfel asupra a 11 din cele 15 radicule. La cele patru radicule descrise mai sus curbura lor era însă atît de evidentă, încît numai ele singure ar fi fost de ajuns să arate că radiculele bobului se apleacă de partea opusă laturii vîrfului care a fost ușor iritată de o substanță corosivă.

Acțiunea unui iritant asupra vîrfului radiculei bobului, comparată cu acțiunea geotropismului. — Știm, că, atunci cînd un mic pătrat de carton sau un alt obiect este fixat de o parte a vîrfului unei radicule atîrnînd vertical, partea în creștere se îndoaie spre partea opusă, [descriind] adesea un semicerc, în opoziție cu geotropismul, forță care este învinsă de efectul iritației produse de obiectul fixat. De aceea, cîteva radicule au fost întinse orizontal în aer umed, ținute la temperatură joasă [pentru a le păstra] sensibilitatea lor deplină și pe părțile *inferioare* ale vîrfurilor lor au fost fixate cu șelac pătrate de carton, așa încît, dacă pătratele ar acționa asupra sensibilității vîrfurilor, partea terminală în creșetre a acestora s-ar curba în sus. Mai întîi, opt semințe de bob au fost astfel așezate încît geotropismul și curbura lui Sachs să acționeze simultan asupra radiculelor lor scurte, tinere, întinse orizontal, dacă aceasta din urmă ar intra în joc; și toate opt s-au curbat în jos către centrul pămîntului în 20 de ore, afară de una care nu a fost decît puțin influențată. Două din ele s-au aplecat puțin în jos în numai 5 ore! De aceea, cartoanele fixate de părțile inferioare ale vîrfului lor par să

[3] Ciesielski a constatat că așa se petrec lucrurile (*Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel*, 1871, p. 28) după ce a ars cu un fir de platină încălzită o latură a unei radicule. Așa am făcut și noi cînd am vopsit longitudinal o jumătate din întreaga lungime a 7 radicule, suspendate deasupra apei, cu un strat gros de unsoare, care este foarte vătămătoare sau chiar fatală părților în creștere, deoarece, după 48 de ore cinci din aceste radicule erau curbate înspre latura unsă, două rămînînd drepte.

nu producă nici un efect; și geotropismul a învins cu ușurință efectele iritației produse. În al doilea rînd, 5 radicule relativ bătrîne, lungi de 3,75 cm și de aceea mai puțin sensibile decît cele tinere, menționate mai sus, au fost așezate și tratate la fel. După cum s-a văzut în multe alte ocazii, se poate deduce fără grijă că, dacă ar fi fost suspendate vertical, ele s-ar fi aplecat de partea opusă cartoanelor, și dacă ar fi fost întinse orizontal, fără cartoane atașate de ele, din cauza geotropismului ele s-ar fi aplecat repede drept în jos. Rezultatul a fost însă că două dintre aceste radicule încă mai erau orizontale după 23 de ore; două erau numai ușor curbate, iar a cincea era curbată chiar cu 40° sub orizontală. În al treilea rînd, 5 boabe au fost fixate cu suprafața lor plată paralel cu capacul de plută, așa încît curbura lui Sachs să nu determine îndoirea radiculelor întinse orizontal nici în sus, nici în jos, și mici pătrate de carton au fost fixate, ca mai înainte, de părțile inferioare ale vîrfurilor radiculelor. Rezultatul a fost că toate cinci radiculele s-au aplecat spre centrul pămîntului după numai 8 ore și 20 min. În același timp și în aceleași vase au fost suspendate vertical 3 radicule de aceeași vîrstă, avînd pătrate fixate de una din părți; după 8 ore și 20 min, vîrfurile erau mult aplecate în partea opusă cartoanelor și de aceea ele erau curbate în sus, opunîndu-se geotropismului. În aceste din urmă cazuri, iritația produsă de pătrățelele de carton a învins geotropismul, în timp ce în cazurile anterioare, în care radiculele erau întinse orizontal, geotropismul învinsese iritația. Astfel, în aceleași vase și în același timp, cîteva dintre radicule se aplecau în sus, iar altele în jos, aceste mișcări opuse depinzînd de faptul dacă, atunci cînd pătratele au fost atașate prima dată de radicule, acestea proeminau vertical în jos sau se întindeau orizontal. La început această deosebire în comportarea lor pare inexplicabilă; ea poate fi explicată însă, după părerea noastră, numai prin deosebirea dintre puterea inițială a celor două forțe în împrejurările de mai sus, combinată cu binecunoscutul principiu al efectelor ulterioare ale unui excitant. Atunci cînd radicula tînără și sensibilă este întinsă orizontal, cu un pătrat fixat de partea inferioară a vîrfului, geotropismul acționează asupra ei în unghi drept și, după cum am văzut, este atunci în mod evident mai eficace decît iritația pornind de la pătratul de carton; iar forța geotropismului va fi întărită la fiecare perioadă consecutivă de către acțiunea ei anterioară (adică de efectele) [cîștigate], acumulate anterior. Pe de altă parte, atunci cînd un pătrat de carton este fixat de o radiculă atîrnînd vertical în jos și vîrful ei începe să se curbeze în sus, această mișcare va fi opusă geotropismului care acționează numai într-un unghi foarte oblic, iar iritația produsă de carton va fi întărită prin acțiunea sa anterioară. Putem de aceea conchide că acțiunea inițială a unui [factor] iritant asupra vîrfului radiculei bobului este mai mică decît cea a geotropismului atunci cînd acesta acționează în unghi drept, însă mai mare decît a geotropismului cînd acționează oblic asupra ei.

Sensibilitatea la atingere a vîrfului rădăcinilor secundare ale bobului. — Toate observațiile anterioare se referă la radicula principală sau primară. Unele boabe suspendate de capacul de plută, cu radiculele lor muiate în apă, au dezvoltat rădăcini secundare sau laterale, care au fost ținute ulterior în aer foarte umed la temperatură joasă, temperatură adecvată [păstrării] sensibilității depline. Ca de obicei, ele au crescut aproape orizontal, numai cu o ușoară curbură în jos, și au păstrat această poziție timp de cîteva zile. Sachs a arătat [4] că geotropismul

[4] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1874, caiet IV, p. 605, 617.

acţionează în mod deosebit asupra acestor rădăcini secundare, aşa încît, dacă le deplasăm, ele îşi reiau poziţia lor anterioară suborizontală şi nu se îndoaie vertical în jos ca radicula primară. Pătrate foarte mici de glaspapir rigid au fost fixate cu şelac (însă în unele cazuri cu gumă arabică groasă) de vîrfurile a 39 de rădăcini secundare de diferite vîrste, în general pe cele de mai sus. Majoritatea pătratelor au fost fixate de părţile inferioare ale vîrfului, aşa încît, dacă ele ar fi acţionat, radicula s-ar fi îndoit în sus; însă unele au fost fixate lateral şi cîteva pe partea superioară. Datorită faptului că aceste radicule erau extrem de subţiri, a fost greu de fixat pătratul de vîrf. Datorită acestei împrejurări sau vreunei alteia, numai nouă dintre pătrate au determinat o oarecare îndoire. În unele cazuri, curbura a fost de circa 45° deasupra orizontalei, în altele de 90° şi vîrful era îndreptat atunci către zenit. Într-unul din cazuri o curbură distinctă în sus a fost observată după 8 ore şi 15 min, însă de obicei numai după trecerea a 24 de ore. Deşi numai 9 din cele 39 de rădăcini au fost influenţate, totuşi la mai multe dintre ele curbura era atît de netă, încît nu putea exista îndoială că vîrful este sensibil la o atingere uşoară şi că partea care creşte nu se apleacă spre partea opusă obiectului care o atinge. Este posibil ca unele rădăcini secundare să fie mai sensibile decît altele, deoarece Sachs a dovedit [5] faptul interesant că fiecare rădăcină secundară individuală posedă propria sa însuşire caracteristică.

Sensibilitatea la atingere a radicului primare, puţin deasupra vîrfului, la bob (Vicia faba) şi mazăre (Pisum sativum). — Sensibilitatea vîrfului radicului din cazurile descrise anterior şi curbarea următoare a părţii superioare dinspre obiectul atins sau dinspre altă sursă de iritaţie sînt cu atît mai remarcabile cu cît Sachs [6] a arătat că presiunea [exercitată] la o distanţă de cîţiva milimetri deasupra vîrfului face ca radicula să se curbeze ca un cîrcel înspre obiectul care o atinge. Am văzut acest fel de curbare cînd am fixat radicule cu ace în aşa fel, încît ele apăsau radiculele semînţelor de bob suspendate vertical în aer umed; însă frecarea radiculei cu un beţişor sau cu un ac timp de cîteva minute nu a produs nici un efect. Haberlandt [7] observă că, spărgînd învelişul seminţei, aceste radicule se freacă adesea şi apasă pe marginile rupte şi, în consecinţă, se curbează în jurul lor. Deoarece pătrate mici de carton fixate cu şelac de vîrfurile radiculelor erau foarte eficace, determinînd radiculele să se aplece de partea opusă lor, bucăţi similare (de circa 0,125 cm^2 sau ceva mai puţin) au fost fixate în acelaşi fel de una din părţile radiculei, la o distanţă de 3 sau 4 mm deasupra vîrfului. La prima noastră încercare nu s-a produs nici un efect asupra a 15 radicule. La o a doua încercare asupra aceluiaşi număr, trei radicule s-au curbat brusc în 24 de ore înspre carton (însă numai una puternic). Din aceste cazuri putem deduce că presiunea produsă de o bucăţică de carton fixată cu şelac de una din părţi deasupra vîrfului este un iritant de-abia suficient, însă uneori face ca radicula să se curbeze înspre această parte aidoma unui cîrcel.

Am încercat apoi timp de cîteva secunde efectul frecării cu nitrat de argint a mai multor radicule, frecarea efectuîndu-se la o distanţă de 4 mm de la vîrf; dar, deşi radiculele au fost uscate prin ştergere, iar creionul de nitrat de argint era uscat, totuşi partea frecată a fost foarte mult lezată, rămînînd pe ea o

[5] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1874, caiet IV, p. 620.

[6] Ibidem, 1873, caiet III, p. 437.

[7] *Die Schutzeinrichtungen der Keimpflanze*, 1877, p. 25.

ușoară scobitură permanentă. În asemenea cazuri, partea opusă continuă să crească, iar radicula se apleacă neapărat înspre partea lezată. Atunci însă cînd un punct la 4 mm de la vîrf a fost atins în treacăt cu o substanță corosivă uscată, el s-a decolorat numai foarte puțin și nu s-a produs o alterare permanentă. Aceasta s-a văzut din faptul că mai multe radicule astfel tratate s-au îndreptat după o zi sau două; totuși, la început ele s-au aplecat *înspre* partea atinsă, ca și cînd ar fi fost supuse unei presiuni ușoare și continue. Aceste cazuri merită atenție deoarece, atunci cînd o parte a vîrfului a fost de-abia atinsă cu o substanță corosivă, radicula se apleacă, după cum am văzut, într-o *direcție opusă* părții atinse.

Radicula mazării comune este mai sensibilă la presiune continuă decît cea de bob într-un punct puțin deasupra vîrfului și ea se apleacă înspre partea apăsată [8]. Am experimentat pe o varietate (*Yorkshire Hero*) care are un înveliș tare, foarte încrețit, prea mare pentru cotiledoanele închise în el, așa încît din 30 de boabe de mazăre, care fuseseră muiate timp de 24 de ore și lăsate să germineze în nisip umed, radiculele a trei au fost incapabile să iasă și erau zbîrcite în mod ciudat; în interiorul învelișului, alte patru radicule s-au curbat puternic în jurul marginilor testei rupte, pe care au apăsat-o. Asemenea anomalii nu se întîmplă probabil niciodată, sau foarte rar, la forme care se dezvoltă în stare naturală și sînt supuse selecției naturale. Îndoindu-se spre spate, una din cele patru radicule menționate mai sus a intrat în contact cu acul cu care mazărea era fixată de copacul de plută și acum ea s-a aplecat în unghi drept în jurul acului, într-o direcție cu totul diferită de cea a primei curbări datorită contactului cu învelișul rupt, oferind astfel o bună ilustrație a sensibilității radiculei puțin deasupra vîrfului, asemenea celei a unui cîrcel.

Mici pătrate de carton au fost apoi fixate de radiculele de mazăre la 4 mm deasupra vîrfului, la fel ca la bob. Douăzeci și opt de radicule suspendate vertical deasupra apei au fost tratate în acest fel în diferite ocazii și 13 dintre ele s-au aplecat înspre cartoane. Gradul cel mai mare de curbare a fost de 62° față de perpendiculară, însă un unghi atît de mare nu s-a format decît o singură dată. Într-un caz, o ușoară curbură a fost perceptibilă după 5 ore și 45 min și ea era, în general, bine pronunțată după 14 ore. De aceea nu poate exista îndoială că la mazăre iritarea produsă de o bucățică de carton fixată deasupra și de o parte a vîrfului radiculei provoacă curbarea acestuia.

Pătratele de carton au fost atașate de una din părțile vîrfurilor a 11 radicule din interiorul aceluiași vase în care au fost făcute încercările de mai sus și cinci dintre ele s-au aplecat evident, iar una numai puțin, îndepărtîndu-se de această parte. Vom descrie imediat alte cazuri analoge. Acest fapt este menționat aici deoarece reprezenta un fenomen izbitor, arătînd gradul deosebit de sensibilitate a diferitelor părți ale radiculei, putînd să se vadă în același vas un lot de radicule aplecate de partea opusă pătratelor fixate pe vîrfurile lor, iar la un alt lot vîrfurile aplecate înspre pătratele de carton fixate puțin mai sus [decît în cazul precedent]. De altfel, felul de curbare este diferit în cele două cazuri. Pătratele de carton fixate deasupra vîrfului fac ca radicula să se curbeze puternic, partea de deasupra și de dedesubt rămînînd aproape drepte, așa încît în acest caz nu se transmite nici un efect sau efectul este slab. Pe de altă parte, pătratele

[8] Sachs, „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1873, caiet III, p. 438.

fixate de vîrf influențează radicula pe o lungime între 4 și chiar 8 mm, producînd în majoritatea cazurilor o curbură simetrică, așa încît în acest caz o oarecare influență este transmisă de-a lungul radiculei pe această distanță de la vîrf.

Pisum sativum (*var. Yorkshire Hero*): *sensibilitatea vîrfului radiculei.* — Mici pătrate din același carton au fost fixate cu șelac (la 24 aprilie) de o parte a vîrfului a 10 radicule suspendate vertical; temperatura apei la fundul vaselor era de 15,5—16°C. Asupra majorității acestor radicule acțiunea [cartonașelor s-a manifestat] în 8 ore și 30 min și în decurs de 24 de ore opt dintre ele s-au curbat în mod vizibil, iar celelalte două s-au curbat numai puțin față de perpendiculară și spre partea opusă pătratelor fixate de ele. S-a acționat astfel asupra tuturor radiculelor; va fi însă suficient să descriu două cazuri remarcabile. Într-unul, porțiunea terminală a radiculei după 24 de ore s-a aplecat în unghi drept (fig. 66, *A*), iar în celălalt caz (*B*) radicula se încovoiase cu vîrful îndreptat spre zenit. Cele două bucățele de carton folosite aici erau lungi de 0,175 cm și late de 0,1 cm. Alte două radicule, care după 8 ore și 30 min erau moderat de curbate,

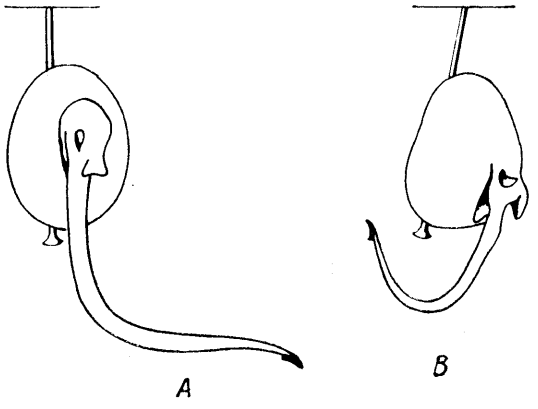


Fig. 66. — *Pisum sativum.* Creșterea radiculelor atîrnînd vertical; curbarea produsă în decurs de 24 de ore de către pătrățelele de carton fixate cu șelac de o parte a vîrfului. *A*, Radicula curbată în unghi drept; *B*, radicula încovoiată.

au redevenit iarăși drepte după 24 de ore. O altă încercare s-a făcut în același fel cu 15 radicule; însă datorită unor împrejurări care nu merită să fie explicate, ele nu au fost examinate decît o dată și fugitiv după un interval scurt de 5 ore și 30 min; iar noi înregistrăm în notele noastre numai: „aproape toate radiculele s-au curbat puțin față de perpendiculară și s-au îndepărtat de pătrate; curbura formînd într-unul sau două cazuri un unghi drept". Aceste două loturi experimentale, mai ales primul, dovedesc că vîrful radiculei este sensibil la contact ușor și că partea superioară se apleacă de partea opusă obiectului care o atinge. Totuși, la 1 și 4 iunie s-a experimentat în același fel la o temperatură de 14,5—15,5°C, pe alte opt radicule, și după 24 de ore numai una era net curbată de partea opusă cartonului, patru erau curbate puțin, două îndoielnic, iar una, de loc. Curbarea radiculelor era inexplicabil de mică; însă toate radiculele care cît de cît s-au îndoit, erau curbate de partea opusă cartoanelor.

Am încercat acum efectele unor temperaturi foarte diferite asupra sensibilității acestor radicule avînd pătrate de carton fixate de vîrfurile lor. Treisprezece boabe de mazăre, majoritatea lor avînd radicule tinere și foarte scurte, au fost puse într-un răcitor în care temperatura s-a ridicat în decurs de trei zile de la 6,5 la 8,5°C. Ele au crescut încet, însă în decurs de trei zile, zece din cele treisprezece s-au curbat foarte puțin spre partea opusă pătratelor; celeilalte trei nu au fost influențate, așa încît această temperatură era prea joasă pentru [a per-

mite manifestarea] unui grad mai înalt de sensibilitate sau de mișcare. Au fost puse apoi pe cămin, unde au fost supuse unei temperaturi între 20 și 22°C vase cu alte treisprezece radicule și după 24 de ore patru radicule erau evident curbate de partea opusă cartoanelor, două erau numai puțin curbate, iar șapte de loc; așa încît această temperatură era puțin prea ridicată. În sfîrșit, douăsprezece radicule au fost supuse unei temperaturi variind între 22 și 29,5°C și nici una dintre radicule nu a fost cîtuși de puțin influențată de fixarea pătratelor. Diferitele încercări de mai sus, mai ales prima arată că temperatura cea mai potrivită pentru [manifestarea] sensibilității radiculei de mazăre este de aproximativ 15,5°C.

Vîrfurile a șase radicule atîrnînd vertical au fost atinse o dată cu o substanță corosivă, uscată, în modul descris de *Vicia faba*. După 24 de ore patru dintre ele erau curbate de partea opusă celei care prezenta o foarte mică pată neagră; într-un caz curbarea s-a mărit după 38 de ore, și într-un alt caz după 48 de ore, pînă ce partea terminală proemina aproape orizontal. Restul de două radicule nu au fost influențate.

La radiculele de bob, atunci cînd sînt *întinse orizontal* în aer umed, geotropismul învinge întotdeauna efectele iritației produsă de pătratele de carton atașate de părțile inferioare ale vîrfurilor lor. O experiență similară a fost încercată de treisprezece radicule de mazăre; pătratele de carton au fost fixate cu șelac, iar temperatura s-a menținut între 14,5—15,5°C. Rezultatul a fost oarecum diferit, deoarece fie că geotropismul acționa mai slab asupra acestor radicule, fie că — ceea ce este mai probabil — ele sînt mai sensibile la atingere. După cîtva timp geotropismul predomina întotdeauna, însă acțiunea sa era adesea tardivă; și în trei cazuri a existat o luptă extrem de curioasă între geotropism și iritația provocată de cartoane. Patru din cele treisprezece radicule s-au curbat puțin în jos în 6 sau 8 ore, socotind întotdeauna din momentul în care pătratele au fost fixate pentru prima dată, iar după 23 de ore trei dintre ele erau îndreptate vertical în jos și a patra într-un unghi de 45° față de orizontală. De aceea, aceste patru radicule nu păreau să fi fost cîtuși de puțin influențate de pătratele fixate de ele. În decursul primelor 6 sau 8 ore geotropismul nu a acționat asupra altor patru radicule, însă după 23 de ore acestea erau foarte aplecate în jos. Alte două au rămas aproape orizontale timp de 23 de ore, ulterior însă ele au fost influențate, așa încît în aceste ultime șase cazuri acțiunea geotropismului a fost mult întîrziată. Cea de-a unsprezecea radiculă era ușor curbată în jos după 8 ore, însă cînd după 23 de ore a fost observată din nou, partea terminală a radiculei era curbată în sus; dacă radicula ar fi fost observată timp mai îndelungat, fără îndoială că vîrful ei ar fi fost găsit iarăși curbat în jos și ar fi format o buclă ca și în cazul următor. A douăsprezecea radicală era după 6 ore puțin curbată în jos; însă cînd a fost examinată din nou, după 21 de ore, această curbare dispăruse și vîrful era îndreptat în sus; după 30 de ore radicula forma un cîrlig, după cum se vede în *A* (fig. 67), cîrlig care după 45 de ore se transformase într-o buclă (*B*). După 6 ore, a treisprezecea radiculă era ușor aplecată în jos, însă pînă în 21 de ore ea se îndoise foarte mult în sus, apoi iarăși în jos într-un unghi de 45° față de orizontală. Ulterior radicula a devenit perpendiculară. În aceste ultime trei cazuri, geotropismul și iritația cauzată de pătratele de carton fixate pe radiculă au predominat alternativ, aceasta făcîndu-se într-un mod foarte remarcabil, dar pînă în cele din urmă geotropismul a învins.

Unele experiențe similare nu au fost întotdeauna chiar atît de reușite ca experiențele [relatate] mai sus. Astfel, s-a experimentat la 8 iunie, la o tempe-

ratură potrivită, asupra a șase radicule întinse orizontal cu pătrate de carton fixate pe ele și după 7 ore și 30 min nici una sin radicule nu era cîtuși de puțin curbată în sus și nici una nu era net geotropă; pe cînd din șase radicule fără nici un pătrat fixat pe ele, care serveau drept criterii de comparație sau martori, în 7 ore și 30 min trei au devenit puțin curbate, iar trei aproape dreptunghiulare [sub influența] geotropismului, dar după 23 de ore cele două loturi erau la fel de geotrope. În 10 iunie o altă experiență a fost făcută cu șase radicule

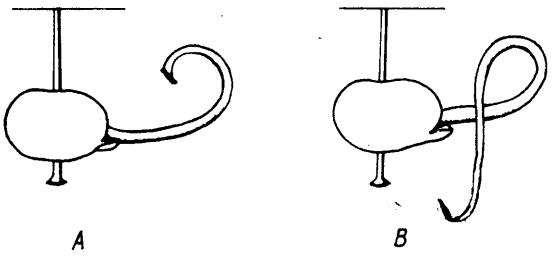


Fig. 67. — *Pisum sativum*. O radiculă întinsă orizontal în aer umed, cu un mic pătrat de carton fixat de partea inferioară a vîrfului său, făcîndu-l să se îndoaie în sus, contrar acțiunii geotropismului. *A*, Curbarea radiculei după 21 de ore; *B*, aceleași [radicule] curbate formînd o buclă.

întinse orizontal, cu pătrate de carton lipite în același fel dedesubtul vîrfurilor lor; după 7 ore și 30 min patru radicule erau puțin geotrope, una a rămas orizontală și una era curbată în sus în opoziție cu [forța] de gravitație sau geotropism. După 48 de ore această ultimă radiculă forma o buclă ca cea din *B* (fig. 67).

O încercare analogă a fost făcută acum, însă în loc de a fixa pătrate de carton de părțile inferioare ale vîrfurilor radiculelor, acestea au fost atinse cu o substanță corosivă uscată. Detaliile acestei experiențe vor fi date în capitolul despre geotropism și este suficient să spunem aici că zece boabe de mazăre cu radicule întinse orizontal și necauterizate au fost puse pe, sau sub un [strat] de turbă umedă; acestea serveau drept criterii de comparație sau de martori; alte zece radicule fuseseră atinse pe partea lor superioară cu o substanță corosivă; în 24 de ore ele au devenit toate puternic geotrope. La nouă radicule așezate similar li s-au atins părțile *inferioare* ale vîrfurilor cu o substanță corosivă și după 24 de ore, trei erau puțin geotrope, două au rămas orizontale, iar patru s-au curbat în sus în opoziție cu forța gravitației și cu geotropismul. Această curbare în sus era net vizibilă în 8 ore și 45 min după ce părțile inferioare ale vîrfurilor fuseseră cauterizate.

În două cazuri, mici pătrate de carton au fost fixate cu șelac de vîrfurile a 22 de rădăcini *secundare* tinere și scurte, care fuseseră emise din radicula primară pe cînd aceasta crescuse în apă, însă acum erau suspendate în aer umed. Pe lîngă dificultatea de a fixa pătratele de carton de obiecte atît de fin ascuțite, cum erau aceste radicule, temperatura era prea ridicată — variind în primul caz între 22 și 25°C, iar într-a doua experiență temperatura se menținea aproape constantă la 25,5°C, ceea ce a redus probabil sensibilitatea vîrfurilor. După un interval de 8 ore și 30 min rezultatul a fost că șase din cele 22 de radicule erau curbate în sus (una din ele considerabil) în opoziție cu forța gravitației, iar două erau curbate lateral; restul de paisprezece nu au fost influențate. Avînd în vedere împrejurările nefavorabile și ținînd seama de cazul bobului, dovada pare suficientă pentru a arăta că vîrfurile rădăcinilor secundare ale mazării sînt sensibile la atingere ușoară.

Phaseolus multiflorus : *sensibilitatea vîrfului radiculei.* — S-a experimentat pe cincizeci și nouă de radicule la care s-au fixat fie pătrate de carton de diferite dimensiuni, dar din același carton, fie cioburi de sticlă subțire și bucățele de zgură ; acestea au fost fixate cu șelac de una din părțile vîrfului. Picături relativ mari din șelacul dizolvat au fost de asemenea plasate pe radicule și lăsate să se întărească, formînd bobițe dure. Aceste radicule au fost supuse la diferite temperaturi variind între 15,5 și 22°C, dar mai des au fost ținute la 22°C. Însă din acest număr mare de încercări, numai cinci radicule s-au curbat în mod vizibil, iar alte opt erau puțin sau îndoielnic curbate spre partea opusă obiectelor fixate ; restul de patruzeci și șase de radicule nu au fost influențate de loc. Este de aceea clar că vîrfurile radiculelor acestui *Phaseolus* sînt mult mai puțin sensibile la atingere decît sînt cele ale bobului și ale mazării. Ne-am gîndit că ele ar putea să fie sensibile la o presiune mai puternică, însă după mai multe încercări n-am putut imagina nici o metodă pentru a apăsa mai mult una din părțile vîrfului decît celelalte, fără a prilejui în același timp o rezistență mecanică creșterii radiculei. De aceea am încercat alți excitanți.

Vîrfurile a treisprezece radicule, uscate cu sugativă au fost atinse pe o parte de trei ori sau abia frecate cu nitrat de argint uscat. Ele au fost frecate de trei ori, deoarece am dedus din încercările precedente că vîrfurile nu sînt foarte sensibile. După 24 de ore s-a constatat că vîrfurile erau foarte înnegrite ; șase erau la fel de înnegrite de jur împrejur, așa că nu era de așteptat nici o curbare a vreuneia din părțile vîrfului, șase erau foarte înnegrite pe una din părți pe o lungime de circa 0,25 cm și această porțiune s-a curbat în unghi drept *înspre* suprafața înnegrită ; ulterior curbarea s-a accentuat în mai multe cazuri pînă ce s-au format mici cîrlige. Era evident că partea înnegrită era atît de vătămată, încît nu putea să crească, în timp ce partea opusă continua să crească. Numai una dintre aceste treisprezece radicule s-a curbat spre partea opusă celei înnegrite, curbarea întinzîndu-se pe o mică distanță deasupra vîrfului.

După experiența astfel dobîndită, vîrfurile a șase radicule aproape uscate au fost atinse o dată, pe o parte, cu substanța corosivă uscată ; după un interval de 10 minute ele au fost puse în apa care era ținută la o temperatură de 18,5—19,5°C. Rezultatul a fost că după un interval de opt ore o pată foarte mică, negricioasă, putea fi observată pe o parte a vîrfului la cinci dintre aceste radicule, care toate se curbaseră înspre partea opusă ; în două cazuri într-un unghi de aproximativ 45°, în alte două cazuri aproximativ în unghi drept, iar în al cincilea caz într-un unghi mai mare decît un unghi drept, așa încît vîrful era puțin încovoiat ; în acest ultim caz punctul negru era ceva mai mare decît la celelalte radicule. După 24 de ore de la aplicarea substanței corosive, curbarea a trei dintre aceste radicule (inclusiv cea încovoiată) se micșorase ; în al patrulea caz a rămas aceeași, iar în al cincilea caz curbura se mărise, vîrful fiind acum încovoiat în formă de cîrlig. S-a spus că după 8 ore s-au putut vedea puncte negre pe o parte a vîrfului la cinci din cele șase radicule, pe a șasea punctul care era extrem de mic era chiar pe vîrf și de aceea centrul și numai această radiculă nu s-a curbat. De aceea ea a fost iarăși atinsă pe una din părți cu substanță corosivă și după 15 ore și 30 min a fost găsită curbată față de perpendiculară și spre partea opusă celei înnegrite ; ea forma un unghi de 34°, care în alte 9 ore a crescut la 54°.

De aceea este sigur că vîrful radiculei de *Phaseolus* este extrem de sensibil la substanța corosivă, mai mult decît cel de bob, deși acesta din urmă se arătase mult mai sensibil la presiune. În experiențele expuse mai sus, curbura opusă

părții ușor cauterizată a vîrfului s-a extins de-a lungul radiculei pe o lungime de aproape 10 mm; deși în primul lot de experiențe, una din părțile vîrfurilor mai multor radicule au fost foarte înnegrite și lezate, așa încît creșterea vîrfurilor [radiculelor] s-a oprit, [totuși] o porțiune de mai puțin de 3 mm a acestor vîrfuri s-a curbat *înspre* partea puternic înnegrită, din cauza creșterii în continuare a părții opuse [sănătoase]. Această deosebire în rezultatele obținute este interesantă, deoarece arată că un excitant prea puternic nu produce efect transmisibil și nu face să se curbeze partea învecinată a radiculelor în creștere situată mai sus. Avem cazuri analoge la *Drosera*, deoarece atunci cînd glandele sale absorb o soluție puternică [concentrată] de carbonat de amoniu, cînd în mod brusc ele sînt la o temperatură prea ridicată sau cînd sînt strivite, partea bazală a tentaculelor nu se curbează, în vreme ce o soluție slabă de carbonat, la o temperatură moderată sau o presiune ușoară determină întotdeauna o astfel de curbare. Rezultate similare au fost observate la *Dionaea* și *Pinguicula* [9].

S-a încercat apoi efectul tăierii vîrfului radiculei cu un brici și îndepărtarea unei lame subțiri a uneia din părțile vîrfului conic a paisprezece radicule scurte și tinere. După ce au fost astfel tăiate, șase din ele au fost suspendate în aer umed; vîrfurile celorlalte opt suspendate și ele au fost scufundate în apă la o temperatură de circa 18,5°C. În fiecare caz s-a înregistrat care parte a vîrfului fusese tăiată și îndepărtată și atunci cînd au fost examinate ulterior s-a notat direcția curburii, înainte de a examina înregistrarea ei. S-a îndepărtat suprafața tăiată, iar cele șase radicule au fost suspendate în aer umed; la trei din ele vîrfurile s-au curbat după un interval de 10 ore și 15 minute, pe cînd celelalte trei radicule nu au fost influențate și au rămas drepte; totuși, după alte 13 ore, una dintre [ultimile] s-au curbat ușor spre partea opusă suprafeței tăiate. Dintre cele opt radicule cu vîrfurile scufundate în apă, după 10 ore și 15 minute șapte erau vădit curbate de partea opusă suprafețelor tăiate, iar în privința celei de-a opta care rămăsese complet dreaptă, acesteia i s-a îndepărtat din întîmplare o pătură prea groasă din vîrf, așa încît cu greu această experiență poate forma o excepție reală la rezultatul general. Cînd cele șapte radicule au fost examinate din nou, după 23 de ore de la tăiere, două s-au deformat, patru erau curbate într-un unghi de circa 70° față de perpendiculară și spre partea opusă suprafeței tăiată, iar una era curbată cu 90°, așa încît ea proemina aproape orizontal, însă extremitatea vîrfului începuse de acum să se aplece în jos sub influența geotropismului. Este de aceea evident că secționarea și îndepărtarea unei lame subțire a unei părți a vîrfului conic la *Phaseolus* face ca din cauza transmiterii efectelor excitației partea situată deasupra radiculei în creștere să se curbeze, îndepărtîndu-se de suprafața tăiată.

Tropaeolum majus : *sensibilitatea vîrfului radiculei la atingere.* — Mici pătrate de carton au fost atașate cu șelac de una din părțile vîrfurilor a nouăsprezece radicule, dintre care unele au fost supuse unei temperaturi de 25,5° C, iar altele, uneia mult mai scăzută. Numai trei radicule s-au curbat în mod evident de partea opusă pătratelor de carton, cinci s-au curbat puțin, patru îndoielnic și șapte radicule nu s-au curbat de loc. După părerea noastră, aceste semințe erau vechi, așa încît ne-am procurat un lot de semințe proaspete și acum rezultatele au fost cu totul altele. Douăzeci și trei de radicule au fost experimentate în același

[9] Vezi Darwin, *Plantele insectivore*, Editura Academiei, 1965.

fel; cinci dintre pătrate nu au produs nici un efect, însă trei dintre aceste cazuri nu constituiau excepţii reale, deoarece la două dintre ele pătratele de carton alunecaseră şi erau paralele cu vîrful, iar la al treilea şelacul era excesiv şi se întinsese în mod egal de jur împrejurul vîrfului. O radiculă se curbase numai puţin de la perpendiculară spre partea opusă cartonului, pe cînd şaptesprezece radicule erau curbate în mod evident. La mai multe dintre aceste din urmă unghiurile formate variau între 40 şi 65° de la perpendiculară, iar la două dintre ele după 15 sau 16 ore unghiurile au ajuns la 90°. Într-unul din cazuri o buclă a fost realizată aproape complet în 16 ore. De aceea nu poate exista îndoială că vîrful este foarte sensibil la atingere uşoară şi că partea superioară a radiculei se curbează de partea opusă obiectului care o atinge.

Gossypium herbaceum: *sensibilitatea vîrfului radiculei.* — Pe radiculele de de *Gossypium* s-a experimentat în felul expus mai înainte; radiculele acestei plante s-au dovedit însă nepotrivite scopului nostru, deoarece ele dădeau repede semne de suferinţă atunci cînd erau suspendate în aer umed. Din 38 de radicule astfel suspendate, la temperaturi variind de la 19 pînă la 20,5°C, cu pătrate de carton fixate de vîrf, nouă erau evident curbate, iar şapte numai uşor sau chiar îndoielnic (cele care erau curbate se îndepărtau de pătrate şi de perpendiculară), douăzeci şi două nefiind influenţate. Ne-am gîndit că poate temperaturile de mai sus nu erau destul de ridicate, aşa că nouăsprezece radicule cu pătrate fixate pe ele au fost de asemenea suspendate în aer umed; ele au fost supuse unei temperaturi variind între 23,5 şi 26° C, însă nici una din ele nu s-a curbat şi curînd ele au dat semne de îmbolnăvire. În sfîrşit, la nouăsprezece radicule, suspendate şi scufundate în apă la o temperatură între 21 şi 24°C, de vîrfurile lor au fost fixate cu balsam de Canada sau cu asfalt cioburi de sticlă sau pătrate de hîrtie, deoarece sub apă acestea aderau la radicule ceva mai bine decît şelacul. Radiculele nu s-au menţinut mult timp sănătoase. Rezultatul a fost că şase s-au curbat în mod evident şi două îndoielnic; ele s-au curbat spre partea opusă obiectelor fixate de ele şi faţă de perpendiculară; nouăsprezece radicule nu au fost influenţate. Cu greu această dovadă poate fi considerată drept concludentă, deşi din rezultatele celor două loturi experimentale supuse la o temperatură moderată reiese că ar fi probabil ca radiculele să fie sensibile la atingere şi că, în condiţii favorabile, ele ar fi fost mai sensibile.

Cincisprezece radicule care au germinat în pămînt de turbă au fost suspendate vertical deasupra ei. Şapte dintre ele au servit drept martori şi timp de 24 de ore au rămas complet drepte. Celelalte opt radicule au fost de-abia atinse pe o parte a vîrfurilor lor cu substanţă corosivă uscată. După numai 5 ore şi 10 minute cinci dintre ele erau uşor curbate faţă de perpendiculară şi spre partea opusă [porţiunii prezentînd] mici pete negricioase. După 8 ore şi 40 de minute, patru din cele cinci radicule erau curbate formînd un unghi între 15 şi 65° faţă de perpendiculară. Pe de altă parte, o radiculă care se curbase puţin după 5 ore şi 10 minute de la [cauterizare] s-a îndreptat ulterior. În două cazuri după 24 de ore curbarea se mărise mult; de asemenea şi alte patru radicule, însă în aceste din urmă cazuri radiculele se răsuciseră în mare măsură, unele fiind întoarse în sus, încît nu s-a mai putut stabili dacă ele mai erau aplecate spre partea opusă cauterizării. Exemplarele martor nu prezentau o creştere neregulată asemănătoare şi cele două loturi prezentau un contrast izbitor. Din cele opt radicule care fuseseră atinse cu substanţă corosivă, numai două nu au fost influenţate, iar semnele lăsate de substanţa corosivă pe vîrfurile lor erau extrem de mici.

În toate cazurile, aceste semne erau ovale sau alungite; în trei cazuri ele au fost măsurate și s-a constatat că sînt aproape de aceeași dimensiune; adică lungi de 0,6 mm. Avînd în vedere acest fapt, ar trebui observat că lungimea părții curbate a radiculei care în decurs de 8 ore și 40 min se aplecase spre partea opusă cauterizării era în trei cazuri de 6, 7 și 9 mm.

Cucurbita ovifera: *sensibilitatea vîrfului radiculei.* — Vîrfurile s-au dovedit a fi nepotrivite pentru fixarea cartoanelor, deoarece erau extrem de subțiri și flexibile. De altfel, datorită faptului că hipocotilele se dezvoltă curînd și se curbează, întreaga radiculă este repede deplasată, provocînd astfel confuzie. S-a făcut un mare număr de experiențe, însă fără rezultate bine definite, în afară de două cazuri cînd din 23 de radicule 10 s-au curbat spre partea opusă pătratelor de carton fixate, iar alte 13 nu au fost influențate. [Folosirea] unor pătrate relativ mari, deși greu de fixat, a părut mai eficace decît [folosirea] pătratelor foarte mici.

Am reușit cu mult mai bine folosind o substanță corosivă; la prima noastră încercare însă cincisprezece radicule au fost prea mult cauterizate și numai două din ele s-au curbat spre partea opusă celei înnegrite; celelalte au avut una din părți ucisă [prin cauterizare] sau ele s-au înnegrit de jur împrejur. În următoarea noastră experiență, vîrfurile uscate a unsprezece radicule au fost atinse fugitiv cu substanță corosivă uscată și după cîteva minute au fost scufundate în apă. Semnele alungite provocate de cauterizare nu erau niciodată negre, ci numai cafenii și lungi de circa 0,5 mm sau chiar mai puțin. La 4 ore și 30 min după cauterizare șase din ele erau evident curbate spre partea opusă semnului cafeniu, patru erau ușor curbate, iar una de loc. Această din urmă radiculă s-a dovedit bolnavă și nu a mai crescut niciodată, iar semnele de cauterizare de pe două din cele patru radicule ușor curbate erau succesiv de mici, iar unul din semne nu se putea distinge decît cu lupa. Dintre cele zece exemplare martor asupra cărora s-a experimentat în același timp și în aceleași vase, nici unul din ele nu era cîtuși de puțin îndoit. În 8 ore și 40 min după cauterizare cinci dintre cele zece radicule (cea bolnavă fiind omisă) erau curbate într-un unghi de 90° și trei de circa 45° față de perpendiculară și spre partea opusă semnului cafeniu. După 24 de ore toate cele zece radicule se lungiseră enorm; la cinci din radicule curbarea era aproape aceeași, la două ea sporise, iar la trei curbarea se micșorase. Contrastul prezentat de cei zece martori era foarte mare, atît după 8 ore și 40 min, cît și după 24 de ore, deoarece radiculele la martori au continuat să crească vertical în jos, afară de două care din cauze necunoscute se răsuciseră într-o oarecare măsură.

În capitolul despre geotropism vom vedea că zece radicule ale acestei plante au fost întinse orizontal și acoperite cu pămînt de turbă umezit, dîndu-li-se condiții de creștere mai bune și mai naturale decît creșterea lor în aer umed; iar partea inferioară a vîrfurilor acestor radicule le-a fost ușor cauterizată, această parte prezentînd astfel semne cafenii lungi de circa 0,5 mm. Exemplare necauterizate așezate la fel, în decurs de 5 sau 6 ore s-au curbat mult in jos din cauza geotropismului. După 8 ore numai trei dintre radiculele cauterizate s-au curbat în jos și aceasta numai în mică măsură; patru au rămas orizontale iar trei s-au curbat în sus, în opoziție cu geotropismul și spre partea opusă semnalului cafeniu. La alte zece exemplare s-a cauterizat partea superioară a vîrfurilor radiculelor, în același timp și în același grad; efectul produs de [această experiență] trebuie să tindă să sporească puterea geotropismului: toate aceste radicule erau puternic aplecate în jos după 8 ore. Din diferitele fapte de mai sus nu poate exista îndo-

ială că dacă este executată destul de delicat, cauterizarea unei părți a vîrfului radiculei acestei specii de *Cucurbita* face ca întreaga parte în creștere a radiculei să se aplece de partea opusă.

Raphanus sativus : *sensibilitatea vîrfului radiculei.* — Aici am întîmpinat multe dificultăți, atît cu pătrățelele de carton, cît și cu substanța corosivă, deoarece atunci cînd semințele erau fixate cu ace de un capac de plută, multe dintre radicule, cărora nu li se făcuse nimic, creșteau neregulat, curbîndu-se adesea în sus, ca și cum ar fi fost atrase de suprafața umedă de deasupra ; iar atunci cînd erau scufundate în apă deseori creșteau de asemenea neregulat. De aceea, nu am acordat încredere experiențelor noastre cu pătrate de carton fixate pe radicule ; totuși, unele dintre experiențele cu cartoane păreau să indice că vîrfurile radiculelor erau sensibile la atingere. Experiențele noastre cu substanță corosivă au dat în general greș din cauză că vîrfurile erau extrem de subțiri și era greu ca să nu le alterăm prea mult. Din șapte radicule astfel încercate, una s-a curbat formînd un unghi de 60° după 22 de ore, o a doua făcea un unghi de 40°, iar o a treia s-a curbat foarte puțin față de perpendiculară și spre partea opusă celei cauterizate.

Aesculus hippocastanum : *sensibilitatea vîrfurilor radiculei.* — La vîrfurile a douăsprezece radicule de castan porcesc, au fost fixate cu șelac sau gumă arabică cioburi de sticlă și pătrate de carton ; iar atunci cînd aceste obiecte au căzut, ele au fost fixate din nou ; însă în acest fel în nici un singur caz nu s-a provocat curbarea vreunei radicule. Aceste radicule masive, din care una era la bază lungă de 5 cm și cu un diametru de 0,75 cm, păreau insensibile la un stimulent atît de slab cum erau micile obiecte fixate de ele. Totuși, cînd vîrful a întîlnit un obstacol în mersul său în jos, partea care creștea s-a aplecat atît de uniform și de simetric, încît aspectul său indica nu o simplă îndoire mecanică, ci o creștere sporită de-a lungul întregii părți convexe datorită iritării vîrfului.

Ipoteza era corectă, după cum se poate deduce din efectele substanței caustice, care constituia un stimul mai puternic. Curbarea spre partea opusă cauterizării a avut loc mai încet decît la speciile descrise anterior și poate că merită să arătăm în detaliu încercările noastre.

Semințele au germinat în rumeguș și o latură a vîrfurilor radiculelor a fost frecată o dată ușor cu nitrat de argint uscat, iar după cîteva minute radiculele au fost lăsate să pătrundă în apă. Ele au fost supuse unei temperaturi în general variabile între 11 și 14°C. Cîteva cazuri au fost considerate că nu merită să fie înregistrate, în cazul cînd vîrful întreg a fost înnegrit sau cînd plantula s-a îmbolnăvit curînd.

1. Radicula s-a îndoit puțin spre partea opusă cauterizării într-o zi (deci în 24 ore) ; în trei zile ea se găsea la 60° față de perpendiculară ; în patru zile la 90° ; în a cincea zi era curbată în sus cu circa 40° deasupra orizontalei ; așa încît în cinci zile ea a parcurs un unghi de 130° și aceasta a fost cea mai mare curbare observată.

2. Radicula era puțin curbată după 2 zile ; după 7 zile ea făcea un unghi de 69° cu perpendiculară și era curbată spre partea opusă cauterizării, iar după 8 zile unghiul era de aproape 90°.

3. Radicula era puțin curbată după o zi, însă locul fusese atît de slab cauterizat, încît aceeași parte a fost din nou cauterizată cu substanță caustică. În patru zile de la prima atingere curbarea era de 78°, care, după încă o zi, a sporit la 90°.

4. Radicula era ușor îndoită după două zile, curbură care desigur în următoarele trei zile s-a accentuat fără ca să devină o curbare mare ; radicula nu a crescut bine și într-a opta zi a murit.

5. Radicula s-a curbat după două zile foarte puțin; însă într-a patra zi, curbura a crescut pînă la 56° față de perpendiculară și s-a [aplecat] spre partea opusă celei cauterizate.

6. Radicula a prezentat o curbură îndoielnică după trei zile, însă după 4 zile ea s-a curbat net spre partea opusă celei cauterizate. În a cincea zi curbura era de 45° față de perpendiculară, iar în a șaptea zi a crescut aproximativ la 90°.

7. Radicula era puțin curbată după două zile; a treia zi curbarea era de 25° față de perpendiculară și ulterior ea nu s-a mai mărit.

8. Radicula era încurbată după o zi în mod net; a treia zi curbura era de 44°, iar a patra zi de 72° față de perpendiculară și spre partea opusă cauterizării.

9. Radicula prezenta după două zile o curbură mică însă distinctă; a treia zi vîrful radiculei a fost din nou atins de aceeași parte cu substanță caustică și omorît în acest fel.

10. Radicula era ușor curbată după o zi; după șase zile curbarea a sporit la 50° față de perpendiculară și spre partea opusă cauterizării.

11. Curbura radiculei era evidentă după o zi, iar după 6 zile curbura a ajuns la 62° față de perpendiculară și spre partea opusă cauterizării.

12. Radicula era ușor curbată după o zi, iar a doua zi îndoirea era de 35°; a patra zi de 50° și a șasea zi de 63° față de perpendiculară și spre partea opusă cauterizării.

13. Tot vîrful radiculei a fost înnegrit, însă o parte a fost mai mult înnegrită decît cealaltă; a patra zi ea era puțin curbată, iar a șasea zi era îndoită mult spre partea opusă părții [mai] înnegrite; a noua zi curbarea era de 90° față de perpendiculară.

14. Tot vîrful radiculei a fost înnegrit, ca și în cazul precedent; a doua zi îndoirea [vîrfului] era evidentă spre partea opusă celei mai înnegrite; curbura s-a mărit și în a șaptea zi era aproape de 90°; ziua următoare radicula părea bolnavă.

15. Am avut un caz anormal al unei radicule care s-a curbat puțin în prima zi înspre partea cauterizată și a continuat încurbarea în următoarele trei zile, cînd aplecarea era de circa 90° față de perpendiculară. Partea superioară a radiculei părea să aibă o sensibilitate asemănătoare celei a unui cîrcel; pe această parte apăsa cu multă putere vîrful unui fragment mare, triunghiular, al învelișului semințelor; și această excitație pare să fi învins pe aceea provocată de vîrful cauterizat.

Aceste cazuri diferite arată fără urmă de îndoială că excitarea unei laturi a vîrfului, face ca partea superioară a radiculei să se curbeze încet spre partea opusă. Acest fapt s-a văzut bine la un lot de cinci semințe fixate cu ace de capacul de plută al unui vas; deoarece cînd, după 6 zile, capacul a fost întors și privit direct de sus, micile pete negre produse de substanța caustică erau acum toate distinct vizibile pe laturile superioare ale vîrfurilor radiculelor aplecate lateral.

Dintr-una din laturile vîrfurilor a 22 de radicule s-a tăiat cu un brici o [pătură] subțire, în modul descris la bobul comun; acest fel de excitație nu s-a dovedit însă foarte eficace. Numai 7 din cele 22 de radicule s-au curbat moderat după 3 și 5 zile dinspre suprafața tăiată, iar mai mult din restul radiculelor au crescut neregulat. De aceea dovada aceasta este departe de a fi concludentă.

Quercus robur: *Sensibilitatea vîrfului radiculei.* — Vîrfurile radiculelor stejarului comun sînt tot atît de sensibile la o atingere ușoară ca și cele ale oricărei plante examinate de noi. Ele au rămas sănătoase timp de zece zile în aer umed, însă au crescut încet. De vîrful a 15 radicule au fost fixate cu șelac pătrate de carton și 10 din ele s-au curbat evident față de perpendiculară și spre partea opusă pătratelor; două s-au curbat puțin, iar trei de loc. Însă două din aceste din urmă nu erau excepții adevărate, deoarece la început erau foarte mici, iar ulterior aproape că nu au mai crescut de loc. Merită descrise unele dintre cazurile cele mai deosebite. Radiculele au fost examinate consecutiv în fiecare dimineață aproape la aceeași oră, după intervale de 24 de ore.

1. Această radiculă a suferit o serie de accidente şi s-a comportat în mod anormal, deoarece la început vîrful părea insensibil, iar ulterior sensibil la atingere. Primul pătrat [de carton] a fost lipit la 19 octombrie; în ziua de 21, radicula nu era îndoită de loc, dar pătratul întîmplător a căzut; el a fost fixat din nou în ziua de 22 şi radicula s-a curbat puţin spre partea opusă pătratului, însă în ziua de 23 curbura a dispărut, iar pătratul de carton a fost îndepărtat şi fixat din nou. Nu a urmat nici o curbare şi pătratul s-a desprins din nou întîmplător, şi iarăşi a fost fixat. În dimineaţa zilei de 27 el a fost deslipit din cauză că a atins apa din fundul vasului. Pătratul de carton a fost fixat din nou şi în ziua de 29 octombrie, adică la zece zile după lipirea primului pătrat şi la două zile după fixarea ultimului pătrat, radicula crescuse atingînd lungimea considerabilă de 8 cm şi acum partea terminală, în creştere, se îndoise spre partea pătratului, formînd un cîrlig (fig. 68).

2. În ziua de 19 s-a fixat un pătrat de carton; în ziua de 20 radicula era uşor îndoită spre partea opusă pătratului şi faţă de perpendiculară; în ziua de 21 vîrful radiculei

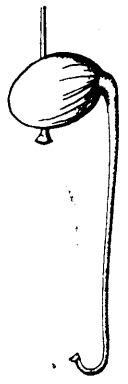


Fig. 68. — *Quercus robur*. De o latură a vîrfului radiculei s-a fixat un pătrat de carton care a făcut vîrful să se încovoaie în formă de cîrlig; desenul executat este jumătate din mărimea iniţială.

era îndoit aproape în unghi drept; el a rămas în această poziţie timp de două zile, însă în ziua de 25 curbarea în sus s-a redus sub acţiunea geotropismului, [reducerea curburei s-a accentuat] mai mult în ziua de 26.

3. În ziua de 19, [pe vîrful unei radicule] a fost fixat un pătrat de carton; în 21 s-a observat o urmă de curbare spre partea opusă pătratului, care în 22 era de circa 40° şi în 23 de 53° faţă de perpendiculară.

4. [Pe vîrful unei radicule] s-a fixat un pătrat de carton, în ziua de 21; în 22, o urmă de curbare a vîrfului spre partea opusă pătratului; în 23, vîrful era complet încovoiat în formă de cîrlig cu extremitatea întoarsă în sus, către zenit. Trei zile mai tîrziu [adică în 26] curbarea dispăruse complet şi vîrful s-a îndreptat perpendicular în jos.

5. Pătrat fixat în ziua de 21; în 22, curbarea evidentă, cu toate că mică, spre partea opusă pătratului; în ziua de 23 vîrful radiculei se curbase în sus deasupra orizontalei, iar în 24 radicula era încovoiată ca un cîrlig cu vîrful îndreptat aproape către zenit ca în figura 68.

6. Pătrat fixat în ziua de 21; în 22 [vîrful radiculei] era uşor curbat spre partea opusă pătratului; în 23 curbura s-a mărit; în 24 curbura s-a mărit mult; în 27 toată curbura dispăruse, iar radicula era îndreptată perpendicular în jos.

7. Pătrat fixat în ziua de 21; în 22 [vîrful radiculei] prezenta o urmă de curbare spre partea opusă pătratului, curbură care s-a mărit în ziua următoare, iar în 24 era în unghi drept.

Vîrful radiculei stejarului este în mod evident foarte sensibil la atingere, şi îşi păstrează sensibilitatea timp de mai multe zile. Mişcarea astfel produsă era totuşi mai înceată decît în oricare alt caz anterior, cu excepţia celui de *Aesculus*. Ca şi la bob, partea terminală, în creştere, după ce se apleacă, se îndreaptă uneori sub [influenţa] geotropismului, deşi obiectul încă mai rămînea fixat de vîrful radiculei.

Am încercat apoi experiența remarcabilă pe care am efectuat-o în cazul bobului : mici pătrate de glaspapir cartonat și de hîrtie foarte subțire (a cărei grosime a fost indicată la *Vicia faba*) de exact aceeași dimensiune, au fost fixate cu șelac pe laturile opuse (cît mai exact posibil) ale vîrfurilor a treisprezece radicule suspendate în aer umed, la o temperatură de 18,5—19°C. Rezultatul a fost izbitor, deoarece nouă din aceste treisprezece radicule s-au curbat în mod vizibil și una numai foarte puțin spre partea opusă hîrtiei groase și înspre latura purtînd hîrtia subțire. În două din aceste cazuri vîrful radiculei s-a încovoiat complet după două zile ; în patru cazuri curbarea în raport cu perpendiculara și spre partea opusă laturii cu hîrtia groasă a format în decurs de două pînă la patru zile unghiuri de 90, 72, 60 și 49°, în alte două cazuri însă de numai 18 și 15°. Trebuie totuși arătat că în cazul în care curbarea vîrfului era de 49°, cele două pătrate veniseră întîmplător în contact pe una din laturile vîrfului, formînd astfel o furcă laterală ; și curbarea s-a îndreptat parțial spre partea opusă acestei furci și parțial spre partea opusă hîrtiei groase. Numai în trei cazuri radiculele nu au fost influențate de deosebirea de grosime a pătrățelelor de hîrtie fixate de vîrfurile lor și în consecință nu s-au curbat spre partea opusă laturii cu hîrtia mai rigidă.

Zea mays : *sensibilitatea la atingere a vîrfurilor radiculei.* — Un mare număr de experiențe au fost executate cu această plantă, deoarece era singura monocotiledonată cu care am experimentat. Un rezumat al rezultatelor va fi suficient. În primul rînd, 22 de semințe în curs de germinare au fost fixate, cu ace, de capace de plută, fără a se fixa vreun obiect de radiculele lor ; unele radicule au fost expuse la o temperatură de 18,5—19°C, iar altele la o temperatură între 23,5 și 26°C ; și nici o radiculă nu s-a curbat, cu toate că unele s-au înclinat puțin spre o parte. Au fost alese cîteva semințe care din faptul că au germinat pe nisip erau încovoiate, însă, atunci cînd au fost suspendate în aer umed, partea terminală a radiculei a crescut drept în jos. După ce s-a stabilit acest fapt, au fost fixate cu șelac, mici pătrate de carton de vîrfurile a 68 de radicule. Dintre acestea, la 39 radicule partea terminală, în creștere, s-a curbat în 24 de ore în mod evident spre partea opusă pătratelor fixate și față de perpendiculară ; 13 din cele 39 de radicule s-au încovoiat în cîrlig, avînd vîrfurile îndreptate spre zenit, iar 8 radicule au format bucle. De altfel, alte 7 radicule, din cele 68 erau ușor, iar două erau îndoielnic încovoiate spre partea opusă cartoanelor. Au mai rămas 20 de radicule care nu au fost influențate ; însă 10 dintre acestea nu trebuie ținute în socoteală, deoarece una era bolnavă, două avuseseră vîrfurile complet înconjurate cu șelac, iar pătratele de pe 7 radicule alunecaseră încît erau paralele cu vîrful, în loc să fie oblice față de el. De aceea, cu siguranță că numai asupra a 10 radicule din cele 68 nu s-a acționat. Unele dintre radiculele cu care s-a experimentat erau tinere și scurte, majoritatea lor era de lungime moderată iar două sau trei depășeau lungimea de 7,5 cm. În cazurile de mai sus curbarea s-a produs în decurs de 24 de ore, însă adesea ea era evidentă, într-un timp mult mai scurt. De exemplu, partea terminală în creștere a unei radicule s-a curbat în sus, în unghi drept, în 8 ore și 15 minute ; iar a alteia în 9 ore. Într-un caz un cîrlig s-a format în 9 ore. 9 radicule dintr-un vas care stătea pe o baie de nisip au fost ținute la o temperatură ridicată variind între 24,5 și 28°C ; șase dintre ele s-au încovoiat, iar a șaptea, cînd a fost examinată după 15 ore, formase o buclă completă.

Figurile alăturate a patru semințe în germinare (fig. 69) arată în primul rînd o radiculă (*A*) al cărei vîrf se aplecase în așa măsură spre partea opusă pătratului fixat de ele, încît ea a format un cîrlig. În al doilea rînd (*B*), un cîrlig

transformat, prin excitarea continuă a cartonului, ajutată poate de geotropism, s-a transformat într-un cerc aproape complet sau într-o buclă. În general, vîrful pe punctul de a forma o buclă se freacă de partea superioară a radiculei și împinge pătratul fixat, îndepărtîndu-l; apoi bucla se contractă sau se închide, însă nu dispare niciodată; iar ulterior vîrful crește vertical în jos, nemaifiind excitat de vreun obiect fixat de el. Această [curbare] se observă frecvent și a fost reprezentată în *C*. Vasul menționat mai sus cu cele șase radicule încovoiate în cîrlig împreună cu un alt vas au mai fost ținute încă două zile, pentru a se observa

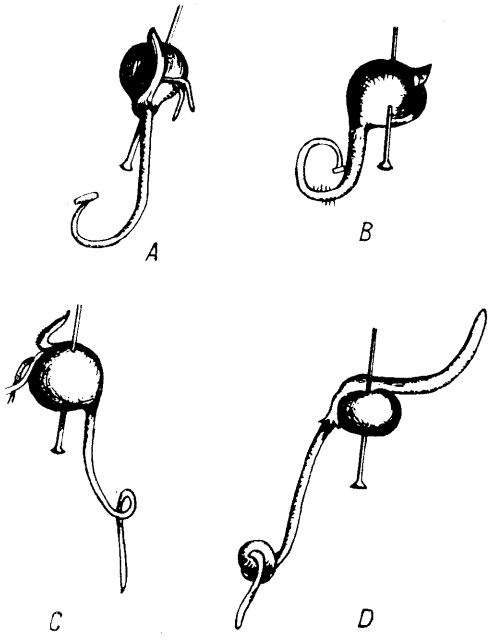


Fig. . 69 — *Zea mays*. De una din laturile vîrfurilor radiculelor au fost fixate mici pătrate de carton, care le-au incitat să se încovoaie de partea opusă pătratelor.

modificarea cîrligelor. Majoritatea lor s-au transformat în simple bucle, ca cea arătată în *C*; într-un caz însă vîrful nu s-a frecat de partea superioară a radiculei și de aceea nu a îndepărtat cartonul și, în consecință, datorită excitației continue provocată de carton, radicula a făcut două bucle complete, adică o spirală cu două spire, care ulterior s-au presat strîns una pe alta. Apoi geotropismul a predominat și a făcut ca vîrful să crească vertical în jos. Într-un alt caz, după cum se vede în *D*, vîrful, în timp ce făcea o a doua curbură sau spirală, a trecut prin prima buclă care la început era larg deschisă și, făcînd aceasta, a dat jos cartonul; el a crescut apoi perpendicular în jos, formînd astfel un nod care s-a strîns repede.

Rădăcini secundare de Zea. — La puțin timp după apariția primei radicule, din sămînță sînt emise alte rădăcini care însă nu se formează lateral din rădăcina primară. Pe zece dintre aceste rădăcini secundare, de laturile inferioare ale vîrfurilor lor și oblic în jos s-au fixat cu șelac pătrate foarte mici de carton. De aceea, dacă pătrățelele ar fi acționat, radiculele s-ar fi curbat în sus în opoziție cu forța gravitației. Vasul (ferit de lumină) a fost așezat pe o baie de nisip a cărui temperatură varia între 24,5 și 28°C. După numai 5 ore, o radiculă părea puțin curbată spre partea opusă pătratului, iar după 20 de ore ea formase o buclă. După 20 de ore, alte patru radicule se îndoiseră mult spre partea opusă pătratelor, iar alte trei dintre ele — una după 29 de ore, iar alte două după

44 de ore se încovoiaseră în cîrlig cu vîrfurile lor îndreptate spre zenit. În acest din urmă timp o a șasea radiculă se îndoise în unghi drept față de latura purtînd pătratul. Astfel, în total s-a acționat asupra a șase din cele zece rădăcini secundare, patru din ele nefiind influențate. De aceea nu încape îndoială că vîrfurile acestor rădăcini secundare sînt sensibile la o atingere ușoară și că atunci cînd sînt astfel excitate ele fac ca partea superioară a rădăcinilor secundare să se aplece spre partea opusă obiectului care le atinge, însă, în general, se pare că nu într-un timp atît de scurt ca în cazul primei radicule formate.

SENSIBILITATEA VÎRFULUI RADICULEI LA AER UMED

Acum cîțiva ani Sachs a făcut descoperirea interesantă că radiculele multor plantule se încovoaie înspre o suprafață învecinată umedă[10]. Ne vom strădui aci să arătăm că această formă neobișnuită de sensibilitate este localizată în vîrfurile [radiculelor]. Mișcarea este direct contrarie celei provocate de excitanții examinați pînă acuma, excitanți care fac ca partea în creștere a radiculei să se curbeze spre partea opusă celei de unde vine excitația. În experiențele noastre am urmat planul lui Sachs și cîteva site cu semințe, germinînd în rumeguș umed, au fost suspendate în așa fel încît fundul sitelor era în general înclinat cu 40° față de orizontală. Dacă numai geotropismul ar fi acționat asupra radiculelor, ele ar fi crescut perpendicular în jos, ieșind din fundul sitei; însă cum ele erau atrase de suprafață învecinată umedă, ele s-au curbat înspre aceasta, aplecîndu-se cu 50° față de perpendiculară. Pentru a stabili dacă vîrful sau toată partea în creștere a radiculei era sensibilă la aer umed, într-un anumit număr de cazuri, o porțiune lungă de 1—2 mm a fost acoperită cu un amestec de untdelemn de măsline și negru de fum. Acest amestec a fost făcut pentru a da consistență uleiului, așa încît el să se poată aplica în strat gros, care să excludă, cel puțin într-o mare măsură, aerul umed și să fie ușor vizibil. Ar fi fost necesar un număr mult mai mare de experiențe decît cel care a fost de fapt întreprins, dacă nu s-ar fi stabilit de acum în mod net cu vîrful radiculei este partea sensibilă la alți diferiți excitanți.

Phaseolus multiflorus. — Douăzeci și nouă de radicule, cărora nu li s-a făcut nici o [aplicație], creșteau ieșind dintr-o sită; ele au fost observate în același timp și pe durată egală cu cele cărora li s-au uns vîrfurile. Din cele douăzeci și nouă de radicule, douăzeci și patru s-au îndoit astfel încît să vină în contact strîns cu fundul sitei. În general locul curbării principale era la o distanță de 5 sau 6 mm de vîrf. S-au uns vîrfurile a opt radicule pe o lungime de 2 mm, iar ale altor două pe o distanță de 1,5 mm; ele au fost ținute la o temperatură de 15—16°C. După intervale de la 19 la 24 de ore, toate radiculele erau încă îndoite vertical sau aproape vertical în jos, deoarece cîteva dintre ele se mișcaseră cu circa 10° înspre suprafața umedă învecinată. De aceea, aerul mai umed al uneia din părți, nu a acționat asupra lor sau a acționat numai puțin deși întreaga parte superioară era liber expusă. După 48 de ore trei dintre aceste radicule s-au îndoit mult înspre sită, iar absența curburii la alte cîteva poate că ar putea fi explicată prin faptul că ele nu au crescut prea bine. Trebuie însă observat că în primele 19—24 de ore toate au crescut bine; două dintre ele au crescut în lungime în 11 ore cu 2 și 3 mm, alte cinci s-au lungit în 19 ore cu 5 pînă la 8 mm iar două care la început erau lungi de 4 și 6 mm au crescut în 24 de ore cu 15 și 20 mm.

[10] „Arb. des bot. Inst., Würzburg", 1872, vol. I, p. 209.

Vîrfurile a zece radicule, care de asemenea creşteau bine, au fost acoperite cu unsoare pe o porţiune lungă de numai 1 mm şi acum rezultatul a fost oarecum diferit; deoarece dintre acestea, patru radicule s-au îndoit înspre sită în 21 pînă la 24 de ore, pe cînd şase nu s-au îndoit; cinci dintre ultimele au mai fost observate încă o zi şi toate, afară de una, s-au curbat de acum înspre sită.

Vîrfurile a cinci radicule au fost cauterizate cu nitrat de argint şi o porţiune lungă de aproximativ 1 mm a fost astfel distrusă. Ele au fost observate în perioada variind între 11 şi 24 de ore şi s-a constatat că au crescut bine. Una din ele se curbase pînă ce a venit în contact cu sita; o altă radiculă se curba spre ea, pe cînd celelalte trei încă mai atîrnau vertical. Din şapte radicule necauterizate, observate în acelaşi timp, toate veniseră în contact cu sita.

Vîrfurile a unsprezece radicule au fost apărate pe o lungime variind între 1,5 şi 2,5 mm cu o pieliţă umedă din cecum de bou, care adera strîns la ele. După 22—24 de ore, şase din aceste radicule erau evident îndoite înspre sită sau veniseră în contact cu ea; două erau puţin îndoite în această direcţie, iar trei de loc. Toate crescuseră bine. Din paisprezece exemplare martor, observate în acelaşi timp, toate afară de unul s-au apropiat mult de sită. Din aceste cazuri se pare [că o scufie] făcută din pieliţă de cecum de bou opreşte, deşi numai într-o mică măsură, curbarea radiculelor către suprafaţa umedă învecinată. Nu ştim dacă un strat extrem de subţire din această pieliţă atunci cînd este umezită ar lăsa să treacă prin ea umiditatea din aer. Un caz a indicat că uneori, scufiile din pieliţă erau mai eficiente decît reiese din rezultatele de mai sus: deoarece unei radicule, care după 23 de ore nu se apropiase decît foarte puţin de sită, i s-a îndepărtat scufia (lungă de 1,5 mm) în următoarele 15,30 ore şi ea s-a aplecat brusc înspre sursa de umezeală, sediul principal al curburii fiind la o distanţă de 2—3 mm de vîrf.

Vicia faba. — Vîrfurile a 13 radicule au fost acoperite cu unsoare pe o lungime de 2 mm; şi trebuie reamintit că la aceste radicule sediul curburii principale este la aproximativ 4 sau 5 mm de la vîrf. Patru dintre ele au fost examinate după 22 de ore, trei după 26 de ore şi şase după 36 de ore şi nici unul nu fusese atras către suprafaţa inferioară umedă a sitei. Într-o altă încercare, şapte radicule au fost tratate la fel şi după 11 ore cinci încă mai erau îndreptate perpendicular în jos, pe cînd două erau puţin curbate înspre sită; dintr-o întîmplare ele nu au mai fost observate ulterior. În ambele aceste experienţe radiculele creşteau bine; şapte dintre ele, care la început erau lungi de 4 pînă la 11 mm, după 11 ore s-au alungit [măsurînd] între 7 şi 16 mm; trei care la început aveau de la 6 pînă la 8 mm lungime, după 26 de ore erau lungi de 11,5 şi 18 mm; şi, în sfîrşit, patru radicule care la început aveau de la 5 la 8 mm lungime, după 48 de ore erau lungi de la 18 la 23 mm. Radiculele martorilor, neunse, nu au fost atrase spre fundul sitei. Într-un caz însă, 12 din cele 13 radicule observate între 22 şi 36 de ore erau atrase spre fundul sitei. Într-alte două cazuri luate împreună, 38 din 40 erau la fel atrase. Într-un alt caz numai 7 din 14 s-au comportat în acest fel, însă după alte două zile proporţia celor curbate a sporit la 17 din 23. Într-un ultim caz numai 11 din 20 au fost astfel atrase.

Dacă adunăm aceste cifre, constatăm că 78 din cele 97 de exemplare martor s-au îndoit înspre fundul sitei. Dintre exemplarele cu vîrful uns numai două din douăzeci (însă 7 din acestea nu au fost observate un timp suficient) s-au curbat în acest fel. Nu ne putem de aceea îndoi că pe o porţiune lungă de 2 mm vîrful radiculei este partea sensibilă faţă de o atmosferă umedă şi el face ca partea superioară a radiculei să se curbeze înspre sursa de umiditate.

Vîrfurile a 15 radicule au fost cauterizate cu nitrat de argint şi ele au crescut tot atît de bine ca şi cele descrise mai sus cu vîrfurile unse. După un interval de 24 de ore, nouă dintre ele nu erau de loc îndoite înspre fundul sitei; două erau aplecate spre fund formînd unghiuri de 20 şi 12° faţă de poziţia lor anterior verticală, iar patru au ajuns în contact cu fundul sitei. Astfel, distrugerea vîrfului radiculei pe o porţiune lungă de circa 1 mm a împiedicat curbarea majorităţii radiculelor înspre suprafaţa umedă învecinată. Dintre cele 24 de exemplare martor, 23 erau curbate spre sită, iar într-un al doilea caz 15 din 16 erau la fel curbate, într-un grad mai mare sau mai mic. Aceste experienţe martor sînt incluse în experienţele redate în paragraful anterior.

Avena sativa. — Vîrfurile a 13 radicule care proeminau cu 2 şi 4 mm de la fundul sitei şi din care multe nu erau complet perpendiculare în jos au fost acoperite cu unsoare neagră pe o lungime de la 1 la 1,5 mm. Sitele erau înclinate cu 30° faţă de orizontală.

Majoritatea acestor radicule au fost examinate după 22 de ore şi cîteva după 25 de ore şi în aceste intervale ele crescuseră atît de rapid, încît aproape că şi-au dublat lungimea. La radiculele neunse sediul principal al curburii [era situat] la o distanţă nu mai mică decît 3,5 şi 5,5 mm, şi nu mai mare decît 7 şi 10 mm de la vîrf. Dintre cele 13 radicule cu vîrfurile unse, patru nu s-au mişcat de loc spre sită, şase s-au curbat înspre ea formînd unghiuri variind între 10 şi 35° faţă de perpendiculară, iar trei au venit în contact strîns cu sita. La prima vedere se pare deci că ungerea vîrfurilor acestor radicule nu oprise decît puţin curbarea lor spre suprafaţa umedă învecinată. Verificarea în două cazuri a sitelor a produs însă o impresie cu totul diferită asupra noastră, deoarece era imposibil de a privi radiculele unse cu vîrfurile lor negre proeminînd şi toate cele cu vîrfurile neunse, în număr de cel puţin 40—50, agăţate strîns de sită şi să mai ai o cît de mică îndoială că ungerea nu a avut un efect important. La o examinare atentă nu s-a putut găsi decît o singură radiculă neunsă care nu s-a curbat spre sită. Este probabil că dacă vîrfurile ar fi protejate prin grăsime pe o lungime de 3 mm în loc de 1 pînă la 1,5 mm, ele nu ar fi fost influenţate de aerul umed şi nici un vîrf nu s-ar fi curbat.

Triticum vulgare. — Experienţele analoge au fost făcute pe opt radicule de grîu comun şi ungerea vîrfurilor lor a produs mult mai puţin efect decît în cazul ovăzului. După 22 de ore cinci dintre ele au ajuns în contact cu fundul sitei, două s-au mişcat spre fund cu 10 şi 15° şi numai o singură radiculă a rămas perpendiculară. Nici una din numeroasele radicule neunse nu a reuşit să ajungă în contact strîns cu sita. Aceste experienţe au fost făcute în 28 noiembrie, cînd temperatura era la ora 10 de numai 4,8°C. Cu greu am fi considerat acest caz ca demn de atenţie, dacă nu ar fi fost următoarea împrejurare : la începutul lui octombrie, cînd temperatura era mult ridicată şi anume între 12 şi 13°C, am constatat că numai cîteva dintre radiculele neunse se curbau spre sită, ceea ce arată că sensibilitatea la umezeala aerului creşte la temperatură joasă după cum am văzut şi la radiculele de *Vicia faba* faţă de obiecte fixate de vîrful radiculei lor. În cazul de faţă însă, este posibil ca o deosebire în uscăciunea aerului să fi cauzat diferenţa în rezultatele obţinute în cele două perioade.

În sfîrşit, faptele pe care le-am prezentat în legătură cu *Phaseolus multiflorus*, *Vicia faba* şi *Avena sativa* arată, după părerea noastră, că un strat de unsoare întins pe o lungime de 1,5 pînă la 2 mm de la vîrful radiculei sau distrugerea vîrfului cu o substanţă caustică reduce considerabil sau anulează complet capacitatea de curbare a părţii superioare şi [neacoperită] a radiculei către o suprafaţă învecinată umedă. Trebuie să avem în vedere că partea care se curbează cel mai mult este situată la o mică distanţă deasupra vîrfului uns sau cauterizat, iar creşterea rapidă a acestei părţi dovedeşte că ea nu a fost lezată atunci cînd vîrfurile au fost tratate. Este posibil ca, în cazurile în care radiculele cu vîrfurile unse se curbează, stratul de unsoare să nu fi fost destul de gros ca să excludă complet [influenţa] umidităţii sau ca o lungime suficientă să nu fi fost astfel protejată sau, în cazul substanţei caustice, radicula să nu fi fost distrusă. Atunci cînd radicule cu vîrfuri unse sînt lăsate să crească timp de cîteva zile în aer umed, unsoarea formează filamente şi puncte fine reticulate, lăsînd curate porţiuni înguste din suprafaţa radiculei. Este probabil ca asemenea porţiuni să fie în măsură să absoarbă umiditatea şi în acest fel putem explica faptul că mai multe dintre radiculele cu vîrfurile unse s-au curbat înspre sită după un interval de una sau două zile. În general, putem deduce că în vîrf rezidă sensibilitatea la o diferenţă în amplitudinea umidităţii aerului în cele două laturi ale unei radicule, sensibilitate care transmite o oarecare influenţă părţii superioare a radiculei, făcînd-o să se curbeze spre sursa de umiditate. În consecinţă, mişcarea este inversă celei cauzată de obiecte fixate pe o latură a vîrfului sau de îndepărtarea prin tăiere a unei lame subţiri din radiculă sau de faptul că [radicula] este uşor cauterizată. Într-un capitol viitor se va arăta că sensibilitatea la atracţia forţei de gravitaţie

este localizată de asemenea în vîrful radiculei, așa că vîrful este acela care excită părțile învecinate ale unei radicule întinsă orizontal să se aplece înspre centrul pămîntului.

RĂDĂCINI SECUNDARE VERTICALE CARE DEVIN GEOTROPE PRIN DISTRUGEREA SAU VĂTĂMAREA PĂRȚII TERMINALE A RADICULEI

Sachs a arătat că geotropismul acționează într-un mod atît de deosebit asupra rădăcinilor laterale sau secundare ale bobului și probabil ale altor plante, încît ele ies crescînd orizontal sau puțin înclinat în jos; și el a mai arătat [11] faptul interesant că dacă capătul radiculei este tăiat și îndepărtat, una dintre cele mai apropiate rădăcini secundare își schimbă natura și crește perpendicular în jos, înlocuind astfel radicula. Am repetat această experiență și am plantat [semințe] de bob cu radicule amputate în pămînt de turbă și am văzut rezultatul descris de Sachs. În general însă, două sau trei dintre rădăcinile secundare au crescut perpendicular în jos. Am modificat de asemenea experiența comprimînd radicule tinere puțin deasupra vîrfurilor lor, între brațele unei bucăți de sîrmă de plumb groasă și în formă de U. În acest fel partea comprimată s-a turtit și ulterior a fost împiedicată de a se îngroșa. Cinci radicule cărora li s-au îndepărtat prin tăiere vîrfurile au servit ca martori sau criterii de măsură. Opt au fost comprimate; dintre acestea, două au fost comprimate prea tare și capetele lor au murit și au căzut; două nu au fost comprimate destul de tare și nu au fost influențate în mod perceptibil; restul de patru au fost comprimate suficient pentru a opri creșterea părții terminale; ele nu păreau însă să fi fost alterate. Atunci cînd sîrmele în formă de U au fost îndepărtate, după un interval de 15 zile, s-a constatat că partea de dedesubtul sîrmei era foarte subțire și se rupea ușor, pe cînd partea de deasupra ei era îngroșată. Or, în aceste patru cazuri, una sau mai multe dintre rădăcinile secundare, luînd naștere din partea îngroșată exact deasupra sîrmei, au crescut perpendicular în jos. În cel mai bun caz, partea din radiculă situată dedesubtul sîrmei, lungă de 3,75 cm, era puțin răsucită și nu era nici pe jumătate atît de lungă cît erau cele trei rădăcini secundare învecinate, care crescuseră vertical sau aproape vertical în jos. Unele dintre aceste rădăcini secundare au aderat ori s-au contopit laolaltă. Din aceste patru cazuri rezultă că pentru o rădăcină secundară să preia natura unei radicule nu este necesar ca aceasta din urmă să fie realmente amputată; este suficient ca debitul de sevă spre ea să fie oprit și ca urmare seva va fi îndreptată înspre rădăcinile secundare învecinate; deoarece acesta pare să fie rezultatul cel mai evident al faptului că radicula este comprimată de brațele sîrmei în formă de U.

După cum a observat Sachs, această modificare în natura rădăcinilor secundare este evident analogă celei care are loc la lăstarii arborilor atunci cînd lăstarul conducător este distrus și este înlocuit ulterior de unul sau mai mulți lăstari laterali; deoarece aceștia cresc acum drept în sus, în loc de a crește suborizontal. În acest din urmă caz însă, lăstarii laterali devin apogeotropi, în vreme ce în cazul radiculelor cei laterali devin geotropi. Ajungem natural să bănuim că aceeași cauză acționează în cazul lăstarilor ca și în cel al rădăcinilor, anume un aflux sporit

[11] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1874, caietul IV, p. 622.

de sevă în cei laterali. Am făcut cîteva încercări cu *Abies communis* și *pectinata*, comprimînd cu sîrmă lăstarii principali și pe toți cei laterali, în afară de unul. Credem însă că ei erau prea bătrîni atunci cînd am experimentat asupra lor; și unii au fost comprimați prea tare, iar alții insuficient. Numai într-un singur caz a reușit experiența și anume în cel al molidului. Lăstarul principal nu a fost omorît; creșterea sa a fost însă oprită; la baza lui erau trei lăstari laterali într-un verticil, dintre care doi au fost comprimați, unul fiind astfel omorît; al treilea a fost lăsat neatins. Atunci cînd s-a operat asupra lor (în 14 iulie), acești lăstari laterali formau un unghi de 8° deasupra orizontalei; pînă la 8 septembrie, cel necomprimat se ridicase cu 35°; la 4 octombrie se ridicase cu 46°, iar pînă la 26 ianuarie, la 48° și se curbase acum puțin spre interior. Parte din această ridicare de 48° poate fi atribuită creșterii obișnuite, deoarece lăstarul comprimat s-a ridicat cu 12° în aceeași perioadă. Urmează astfel că lăstarul necomprimat era la 26 ianuarie cu 56° deasupra orizontalei sau cu 34° de la verticală; și era astfel evident gata să înlocuiască lăstarul conductor comprimat care creștea încet. Avem totuși o oarecare îndoială în legătură cu această experiență, deoarece de atunci am observat la molizii care creșteau oarecum nesănătos că lăstarii laterali din apropierea vîrfului radiculei se aplecau uneori mult, în vreme ce lăstarul conducător părea să rămînă în stare bună.

Nu rareori un factor foarte diferit face ca lăstarii care în mod natural s-ar fi dezvoltat orizontal să crească vertical în sus. Ramurile laterale ale bradului (*A. pectinata*) sînt adesea influențate de o ciupercă *Aecidium elatinum*, care face ca ramura să se lărgească formînd o protuberanță ovală de lemn dur; pe una din aceste protuberanțe am numărat 24 de inele de creștere. După De Bary [12], atunci cînd miceliul pătrunde într-un mugur care începe să se lungească, lăstarul care se dezvoltă din mugure crește vertical în sus. Asemenea lăstari verticali produc ulterior ramuri laterale și orizontale; și prezintă apoi un aspect curios, ca și cînd un brad tînăr ar fi crescut dintr-un bulgăre de lut, înconjurînd ramura. Evident că acești lăstari verticali și-au schimbat natura devenind apogeotropi; deoarece, dacă nu ar fi fost influențați de către *Aecidium*, ei ar fi crescut orizontal ca toate celelalte crenguțe de pe aceleași ramuri. Această modificare cu greu ar putea fi determinată de un aflux sporit de sevă în această parte; însă prezența miceliului trebuie să fi tulburat considerabil constituția naturală [a acestei părți].

După dl. Meehan [13], tulpinile a trei specii de *Euphorbia* și de *Portulaca oleracea* sînt „în mod normal culcate sau tîrîtoare"; însă cînd sînt atacate de un *Aecidium*", ele adoptă un habitus erect". Iar Stahl ne informează că el cunoaște mai multe cazuri analoge; și ele par să aibă o legătură strînsă cu cel de *Abies*. Rizomii de *Sparganium ramosum* cresc orizontal în pămînt pînă la o lungime considerabilă sau sînt diageotrope; însă F. Elfving a constat că atunci cînd erau cultivați în apă, vîrfurile radiculelor se întorceau în sus și deveneau apogeotrope. Același rezultat s-a obținut atunci cînd tulpina plantei s-a curbat pînă ce s-a despicat sau numai pînă ce s-a îndoit mult [14].

[12] Vezi valorosul său articol în „Bot. Zeitung", 1867, p. 257 „asupra acestor formațiuni monstruoase care în l. germană sînt numite „Hexenbesen", sau „mături de vrăjitoare".

[13] „Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia", 16 iunie 1874, și 23 iulie 1875.

[14] Vezi lucrarea interesantă a lui F. Elfving în „Arb. bot. Inst. Würzburg", 1880, vol. II, p. 489. Carl Kraus (Triesdorf) observase anterior („Flora", 1878, p. 324) că lăstarii subterani de *Triticum repens* se curbează vertical în sus cînd părțile de la suprafață sînt îndepărtate și cînd rizomii sînt ținuți parțial cufundați în apă.

Pînă acum nu s-a încercat să se dea nici o explicaţie unor cazuri ca cele de mai sus — anume a unor rădăcini secundare crescînd vertical în jos şi a unor lăstari laterali crescînd vertical în sus, după amputarea radiculei sau a lăstarului conducător. Soluţia ne-o dă, după părerea noastră, următoarele consideraţii: în primul rînd, orice tulburare constituţională[15] este susceptibilă să provoace reversiune, cum este încrucişarea a două rase distincte sau o modificare de condiţii, ca atunci cînd animalele domestice s-au sălbăticit. Însă cazul care ne interesează cel mai mult este apariţia frecventă de flori pelorice pe vîrful unei tulpini sau în centrul inflorescenţei — părţi care par să primească cea mai multă sevă, deoarece atunci cînd o floare neregulată devine perfect regulată sau pelorică, aceasta se poate atribui, cel puţin parţial, reversiunii spre un tip primitiv normal. Uneori, chiar poziţia unei seminţe la capătul capsulei imprimă plantulei dezvoltată din ea o tendinţă spre reversiune. În al doilea rînd, adesea reversiunea are loc cu ajutorul mugurilor, independent de reproducerea prin seminţe, aşa încît un mugure poate reveni la caracterul unei stări anterioare care a avut loc cu multe generaţii mugurale în urmă. În cazul animalelor pot avea loc reversiuni la indivizii care sînt înaintaţi în vîrstă. În al treilea şi ultim rînd, atunci cînd radiculele sînt emise pentru prima dată din sămînţă, ele sînt întotdeauna geotrope, iar plumulele sau lăstarii aproape sînt întotdeauna apogeotropi. Dacă vreo cauză oarecare, ca un aflux sporit de sevă sau prezenţa unui miceliu, tulbură atunci constituţia unui lăstar lateral sau a unei rădăcini secundare, ea este aptă să revină la starea ei primordială, şi devine fie apogeotropă fie geotropă, după cum este cazul şi în consecinţă creşte fie vertical în sus, fie vertical în jos. Este de fapt posibil, sau chiar probabil, ca această tendinţă spre reversiune să fi fost intensificată, deoarece este evident ca ea este folositoare plantei.

REZUMATUL CAPITOLULUI

O parte sau un organ poate fi numit sensibil atunci cînd excitarea sa provoacă mişcarea unei părţi învecinate. Or, s-a arătat în acest capitol că vîrful radiculei de bob este în acest sens sensibil cînd este atins de oricare obiect mic, fixat cu şelac sau gumă arabică de una din laturi; de asemenea, la o uşoară atingere cu o substanţă caustică, uscată şi la îndepărtarea prin tăiere a unei lame subţiri dintr-una din părţile radiculei. S-a încercat la radiculele de mazăre cu obiecte fixate de ele şi prin [atragere] cu substanţă caustică, ambele acţionînd [la excitanţi]. La *Phaseolus multiflorus* vîrful aproape că nu era sensibil faţă de mici pătrate de carton fixate de el, însă era sensibil la substanţa caustică şi la tăierea de lame subţiri din [radiculă]. Radiculele de *Tropaeolum* erau foarte sensibile la atingere şi, după cît am putut judeca, la fel erau şi cele de *Gossypium herbaceum* şi cu siguranţă ele erau sensibile la substanţă caustică. Vîrfurile radiculelor de *Cucurbita ovifera* erau de asemenea foarte sensibile la substanţa caustică, cu toate că ele erau numai moderat sensibile la atingere. *Raphanus sativus* a oferit un caz oarecum îndoielnic. La *Aesculus* vîrfurile erau cu totul indiferente la corpurile fixate de ele, cu toate că ele erau sensibile la substanţa caustică. Cele de *Quercus robus* şi *Zea mays* erau foarte sensibile la atingere, după cum radiculele

[15] Faptele pe care sînt întemeiate concluziile de mai jos sînt date în *The Variation of Animals and Plants under Domestication* ed. a II-a, 1875. Asupra cauzelor ducînd la reversiune, vezi cap. XII, vol. II, şi p. 59, cap. XIV. Despre flori pelorice cap. XIII, p. 32; şi vezi p. 337 asupra poziţiei lor pe plantă. În privinţa seminţelor vezi p. 340. Despre reversiune prin muguri, vezi p. 438, cap. XI, vol. I.

ultimei plante erau sensibile la substanță caustică. În mai multe din aceste cazuri diferența de sensibilitate a vîrfului la atingere și la substanța caustică era, după părerea noastră, numai aparentă, deoarece la *Gossypium*, *Raphanus* și *Cucurbita* vîrful era atît de subțire și de flexibil, încît era foarte greu de a i se fixa vreun obiect de una din laturi. La radiculele de *Aesculus* vîrfurile nu erau de loc sensibile la corpuri mici care erau fixate de ele ; din acest fapt nu decurge însă că vîrful nu ar fi fost sensibil la o presiune continuă și ceva mai mare, dacă ea ar fi putut fi aplicată.

Forma de sensibilitate particulară pe care o examinăm aici este limitată la vîrful radiculei pe o lungime de 1 mm pînă la 1,5 mm. Atunci cînd această parte este excitată de atingerea cu vreun obiect de o substanță caustică sau de îndepărtarea prin tăiere a unei pături subțiri din radiculă, partea superioară învecinată a radiculei pe o lungime de la 6 la 7 sau chiar 12 mm este determinată să se curbeze, îndepărtîndu-se de latura care a fost excitată. O oarecare influență trebuie de aceea să fie transmisă pe această lungime de la vîrf în lungul radiculei. Curbarea astfel cauzată este în general simetrică. Partea care se apleacă cel mai mult pare să coincidă cu cea a creșterii celei mai rapide. Vîrful și partea bazală cresc foarte încet și se apleacă foarte puțin.

Ținînd seama de poziția foarte mult distanțată în seria vegetală a diferitelor genuri menționate mai sus, putem conchide că vîrfurile radiculelor tuturor sau aproape tuturor plantelor sînt la fel de sensibile și că ele transmit o influență care determină partea superioară să se curbeze. În privința vîrfurilor rădăcinilor secundare, numai cele de *Vicia faba*, *Pisum sativum* și *Zea mays* au fost observate și s-a constatat că sînt la fel de sensibile.

Pentru ca aceste mișcări să fie bine manifestate, pare necesar ca radiculele să crească cu viteza lor normală. Dacă radiculele sînt supuse unei temperaturi ridicate și făcute să crească rapid, vîrfurile par că își pierd sensibilitatea sau că partea superioară își pierde capacitatea de a se curba. Tot așa pare să se întîmple atunci cînd radiculele cresc foarte încet, din motivul că nu sînt viguroase sau că sînt ținute la o temperatură prea joasă ; de asemenea, cînd sînt forțate să germineze în mijlocul iernii.

Uneori curbura radiculei are loc între 6 și 8 ore după ce vîrful a fost excitat și aproape întotdeauna în interval de 24 de ore, în afară de cazul radiculelor masive de *Aesculus*. Adesea curbarea se face în unghi drept — adică partea terminală se curbează în sus pînă ce vîrful care este numai puțin curbat devine aproape orizontal. Uneori, din cauza excitării continue provocată de obiectul fixat, vîrful continuă să se curbeze în sus pînă ce formează un cîrlig cu vîrful îndreptat către zenit sau formează o buclă sau chiar o spiră. După cîtva timp radicula pare să se obișnuiască cu excitația, după cum se întîmplă în cazul cîrceilor, deoarece crește din nou în jos, deși bucățica de carton sau un alt obiect poate să rămînă [mai departe] fixată de vîrf.

Este evident că un mic obiect fixat de vîrful liber al unei radicule suspendată vertical nu poate oferi o rezistență mecanică creșterii totale, deoarece obiectul este tras în jos pe măsură ce radicula se alungește sau este tras în sus pe măsură ce radicula se curbează în sus. Și nici creșterea vîrfului însuși nu poate fi oprită mecanic de un obiect fixat de el cu gumă arabică care rămîne tot timpul complet moale. Greutatea obiectului, deși cu totul neînsemnată, se opune curbării în sus. Putem de aceea conchide că excitația datorită atingerii este cea care determină mișcarea. Atingerea trebuie să fie totuși prelungită, deoarece vîrfurile a 15 radicule

au fost frecate un timp scurt, ceea ce nu le-a făcut să se curbeze. Aci avem deci un caz de sensibilitate specializată, ca cea a glandelor de *Drosera*, deoarece acestea sînt foarte sensibile la cea mai ușoară presiune dacă este prelungită, însă nu la două sau trei atingeri brutale.

Atunci cînd vîrful unei radicule este atins ușor de o parte cu nitrat de argint uscat, alterarea cauzată este foarte ușoară și partea superioară învecinată în majoritatea cazurilor se curbează spre partea opusă punctului cauterizat mult mai evident decît atunci cînd un obiect este fixat de una din laturile vîrfului. Evident că aici nu este vorba despre o simplă atingere, ci de efectul produs de substanța caustică ce face ca vîrful să transmită o oarecare excitație părții învecinate, făcînd-o să se curbeze și să se îndepărteze de ea. Dacă o latură a vîrfului este grav alterată sau omorîtă de substanța caustică, ea încetează să mai crească, pe cînd latura opusă continuă să crească, iar rezultatul este că vîrful însuși se curbează *înspre* latura alterată și adesea el se încovoaie formînd un cîrlig complet; și trebuie să remarcăm că în acest caz partea superioară învecinată nu se curbează. Stimulul este prea puternic sau șocul prea mare pentru ca influența corespunzătoare să mai fie transmisă de la vîrf. Avem cazuri strict analoge la *Drosera* și *Pinguicula*, plante la care un stimul prea puternic nu face ca tentaculele să se curbeze spre interior, ca lobii să se închidă sau ca marginea să se îndoaie spre interior.

În privința gradului de sensibilitate a vîrfurilor la atingere, în condiții favorabile, am văzut că la *Vicia faba* un mic pătrat de hîrtie de scris, fixat cu șelac, a fost suficient pentru a provoca mișcarea; același lucru l-a făcut într-un caz un pătrat constituit dintr-o simplă pieliță umedă de cecum de bou, care a acționat însă foarte încet. Bucățele mici de păr rigid, moderat de gros (ale căror măsurători au fost date), fixate cu gumă arabică, au acționat asupra vîrfului în numai trei din cele unsprezece experiențe făcute; iar bobița de șelac uscat, avînd o greutate mai mică decît 0,325 mg, a acționat în numai două cazuri din nouă; așa că aici am atins aproape minimul de excitație necesară. Vîrful radiculei este deci mult mai puțin sensibil la presiune decît glandele de *Drosera*, deoarece acestea sînt influențate de obiecte cu mult mai subțiri decît bucățile de păr rigid și de greutăți mult mai mici decît 0,325 mg. Însă cea mai interesantă dovadă a sensibilității delicate a vîrfului radiculei a fost oferită de capacitatea de a face o deosebire între pătrate de carton și de hîrtie foarte subțire, atunci cînd acestea au fost fixate pe părțile opuse [ale vîrfului radiculei], cum s-a observat la radiculele de bob și de stejar.

Atunci cînd radiculele de bob sînt întinse orizontal, cu pătrate de carton fixate pe laturile *inferioare* ale vîrfurilor radiculelor, excitația astfel cauzată a fost întotdeauna învinsă de către geotropism, care acționează în condițiile cele mai favorabile cînd radicula este curbată în unghi drept. Atunci însă cînd de radiculele suspendate vertical au fost fixate obiecte, excitația [produsă] a învins geotropismul la oricare dintre genurile menționate mai sus. Această din urmă forță la început acționa oblic asupra radiculei; iar excitația produsă imediat de obiectul fixat, ajutată de efectele ulterioare ale excitației, a predominat și a făcut ca radicula să se curbeze în sus uneori, pînă ce vîrful se îndrepta spre zenit. Trebuie totuși să admitem că efectele ulterioare ale excitației vîrfului de către un obiect fixat de el nu intră în joc decît numai după ce mișcarea a fost provocată. Vîrfurile radiculelor de mazăre par mai sensibile la atingere decît cele de bob, deoarece atunci cînd au fost întinse orizontal, cu pătrate de carton fixate pe părțile lor inferioare,

o luptă extrem de curioasă a avut loc, uneori predominînd una din forțe, iar alteori cealaltă, însă pînă în cele din urmă geotropismul învingea întotdeauna; totuși, în două cazuri, partea terminală s-a curbat atît de mult în sus, încît ulterior s-au format bucle. De aceea la mazăre, excitația produsă de obiectul fixat și de geotropism, atunci cînd acționează în unghi drept față de radiculă, constituie forțe aproape echilibrate. Rezultate similare au fost observate la radiculele de *Cucurbita orifera* întinse orizontal, atunci cînd vîrfurile le erau ușor cauterizate la partea inferioară.

În sfîrșit, diferitele mișcări coordonate, cu ajutorul cărora radiculele sînt în măsură să-și execute funcțiile specifice, sînt admirabil de reușite. În oricare direcție ar începe să iasă radicula din sămînță, geotropismul o îndreaptă perpendicular în jos; și capacitatea de acțiune asupra ei a forței gravitației este localizată în vîrf. Sachs a dovedit însă [16] că geotropismul acționează asupra rădăcinilor secundare sau asupra celor emise de către radiculă, în așa fel încît ele tind [să crească] numai oblic în jos. Dacă ar fi fost [tot așa de sensibile] ca și radicula, toate rădăcinile ar fi pătruns în pămînt într-un mănunchi strîns. Am văzut că dacă capătul radiculei este îndepărtat prin tăiere sau alterat, rădăcinile secundare învecinate devin geotrope și cresc drept în jos. Adesea această capacitate trebuie să fie foarte folositoare plantei atunci cînd radicula a fost distrusă de către larvele insectelor, de către animalele săpătoare de galerii sau de vreun alt accident. Rădăcinile terțiare, adică rădăcinile emise de cele secundare nu sînt influențate de geotropism, cel puțin în cazul bobului, așa încît ele cresc liber, în toate direcțiile. Acest mod de creștere a diferitelor feluri de rădăcini le face să se distribuie împreună cu perii lor absorbanți în modul cel mai favorabil prin tot pămîntul înconjurător, după cum observă Sachs, deoarece tot solul este astfel pătruns dens de ele.

După cum s-a arătat în capitolul anterior, geotropismul face ca radicula să se curbeze în jos, dar forța geotropismului este cu totul insuficientă pentru a le face să străpungă pămîntul. Asemenea străpungere este efectuată de vîrful ascuțit (protejat de scufie) care este apăsat în jos de expansiunea sau creșterea longitudinală a porțiunii terminale rigide, ajutată de creșterea ei transversală, ambele forțe acționînd puternic. Este totuși indispensabil ca la început semințele să fie menținute într-un fel oarecare. Cînd semințele stau pe suprafața goală a [pămîntului], ele sînt menținute prin fixarea perilor radiculari de obiectele învecinate; și aceasta pare să se realizeze prin transformarea suprafețelor lor exterioare într-un ciment. Însă multe semințe sînt acoperite datorită unor [împrejurări] accidentale sau cad în crăpături sau în găuri. La unele semințe propria lor greutate este suficientă.

Mișcarea de circumnutație a părții terminale în creștere atît a radiculei, cît și a rădăcinilor secundare este atît de slabă încît nu le poate ajuta decît foarte puțin ca să pătrundă în pămînt, afară numai [de cazul] cînd stratul superficial este foarte moale și umed. Ea trebuie însă să ajute radiculelor cînd se întîmplă ca ele să pătrundă oblic în crăpături sau în găuri făcute de rîme sau larve. De altfel această mișcare, combinată cu sensibilitatea vîrfului la atingere, nu poate în nici un caz să nu fie de cea mai mare importanță; căci, deoarece vîrful se străduiește întotdeauna să se curbeze în toate părțile, el va apăsa în toate direcțiile și va fi astfel în măsură să distingă între suprafețele învecinate mai dure și mai

[16] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1874, caiet IV, p. 605–631.

moi, la fel după cum a distins între pătratele de carton și între cele de hîrtie foarte subțire. În consecință, el va tinde să se curbeze de partea opusă solului, mai dur, urmînd astfel liniile de cea mai mică rezistență. Tot așa va face și atunci cînd întîlnește în pămînt o piatră sau rădăcina altei plante, după cum trebuie să se întîmple mereu. Dacă vîrful nu ar fi sensibil, sau dacă nu ar face ca partea superioară a rădăcinii să se curbeze în unghi drept, îndepărtîndu-se ori de cîte ori întîlnește în pămînt vreun obstacol, vîrful ar fi predispus să se îndoaie formînd o masă deformată. Am văzut însă, în cazul radiculelor crescînd în jos pe plăci de sticlă, că de îndată ce vîrful a atins de-abia o bucățică de lemn fixată de-a curmezișul plăcii, întreaga parte terminală în creștere se va curba îndepărtîndu-se, așa încît curînd vîrful va fi în unghi drept față de direcția lui anterioară; și tot așa ar fi și cu un obstacol întîlnit în pămînt, în măsura în care presiunea solului înconjurător ar permite aceasta. Putem de asemenea înțelege de ce radiculele groase și puternice ca cele de *Aesculus* sînt înzestrate cu mai puțină sensibilitate decît cele mai delicate; întrucît cele mai puternice sînt în măsură prin forța creșterii lor să înfrîngă orice obstacol slab.

O radiculă, în mersul ei natural în jos, după ce s-a îndepărtat de o piatră sau de o rădăcină, ajunge la marginea obstacolului; geotropismul o va îndruma să crească iarăși drept în jos; noi știm însă că geotropismul acționează cu foarte puțină forță și, după cum a observat Sachs [17], o altă adaptare excelentă intră aci în joc. Deoarece partea superioară a radiculei după cum am văzut este de asemenea sensibilă puțin deasupra vîrfului; această sensibilitate face ca radicula să se curbeze ca un cîrcel înspre obiectul pe care îl atinge, așa încît pe măsură ce frecîndu-se de un obstacol trece dincolo de marginea lui, ea se va curba în jos; iar curbarea astfel provocată este bruscă, fapt prin care se deosebește de curbarea provocată de excitarea unei laturi a vîrfului. Această curbare în jos coincide cu cea datorată geotropismului și ambele vor face ca rădăcina să-și reia mersul inițial.

Deoarece radiculele, stînd în aer, percep umiditatea numai cînd este în exces în una din părți, și se curbează spre acea parte, putem deduce că radiculele vor acționa în același mod și în privința umidității din pămînt. Sensibilitatea la umiditate rezidă în vîrf, care determină curbarea părții superioare. Această capacitate de a percepe [direcția] umidității, explică poate parțial modalitățile prin care adesea conductele de scurgere sînt înfundate de rădăcini.

Avînd în vedere diferitele fapte prezentate în acest capitol, vedem că mersul urmat de o rădăcină prin pămînt este determinat de factori extraordinar de complecși și variați; de geotropism care acționează diferit asupra radiculelor și rădăcinilor secundare și terțiare, de sensibilitatea la contact, diferită la vîrf și imediat deasupra vîrfului și, după cît se pare, de sensibilitatea la [gradul de] umiditate variabilă a diferitelor părți ale solului. Diferiții stimuli ai mișcării sînt toți mai puternici decît geotropismul, cînd acționează oblic asupra unei radicule care a deviat de la mersul ei perpendicular în jos. De altfel, rădăcinile majorității plantelor sînt determinate de lumină să se aplece fie înspre ea, fie în partea opusă ei; deoarece însă, în mod natural, rădăcinile nu sînt expuse la lumină, este îndoielnic dacă această sensibilitate este de vreun folos plantei sau poate sensibilitatea la lumină este numai rezultatul indirect al faptului că radiculele sînt foarte sensibile la

[17] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", caiet III, p. 456.

alți stimuli. Direcția pe care o ia vîrful în fiecare perioadă consecutivă de creștere a unei rădăcini determină, pînă în cele din urmă, întregul ei mers; de aceea, este foarte important ca vîrful să urmeze de la început direcția cea mai avantajoasă; și astfel putem înțelege de ce sensibilitatea la geotropism, la contact și la umiditate rezidă toate în vîrf și de ce vîrful determină ca partea sa superioară în creștere să se curbeze fie înspre cauza excitării, fie de partea opusă. O radiculă poate fi comparată cu un animal săpător, ca de exemplu cîrtița, care vrea să pătrundă perpendicular în jos în pămînt. Mișcîndu-și neîncetat capul dintr-o parte într-alta, sau circumnutînd, ea va simți orice piatră sau orice obstacol, precum și orice deosebire în tăria solului și se va întoarce spre partea opusă; dacă pămîntul este mai umed într-o parte decît în cealaltă parte, radicula se va întoarce înspre această parte ca un teren de vînătoare mai bun. Totuși, după fiecare întrerupere, condus de simțul gravității, radicula va fi în măsură să-și reia mersul său în jos și să sape pînă la o adîncime mai mare.

CAPITOLUL AL IV-LEA

MIŞCĂRILE DE CIRCUMNUTAŢIE ALE DIFERITELOR PĂRŢI ALE PLANTELOR MATURE

Circumnutaţia tulpinelor, observaţii finale asupra ei — Circumnutaţia stolonilor; ajutor obţinut astfel pentru strecurarea lor printre tulpinile plantelor înconjurătoare — Circumnutaţia tulpinilor florifere — Circumnutaţia frunzelor la *Dicotiledonatae*; mişcările oscilatorii neobişnuite ale frunzelor de *Dionaea* — Frunzele de *Cannabis* se apleacă noaptea — Frunzele de *Gymnospermae*, de *Monocotiledonaea*, de *Cryptogamae* — Observaţii finale asupra circumnutaţiei frunzelor: în general ele se ridică seara şi se apleacă dimineaţa.

Am văzut în primul capitol că tulpinile tuturor plantelor, hipocotile sau epicotile, precum şi cotiledoanele şi radiculele circumnutează încontinuu—adică cresc mai întîi de o parte iar apoi de alta, asemenea creştere fiind precedată probabil de o turgescenţă sporită a celulelor. Deoarece era puţin probabil ca plantele să-şi schimbe modul de creştere cu înaintarea lor în vîrstă, părea mai probabil să considerăm că, atîta timp cît plantele continuă să crească, la toate vîrstele, diferitele lor organe circumnutează, cu toate că poate într-o măsură extrem de mică. Întrucît era important pentru noi să ne dăm seama dacă [vedem] just, am hotărît să observăm cu grijă un anumit număr de plante care creşteau viguros şi despre care nu se cunoştea dacă se mişcă în vreun fel oarecare. Am început cu tulpinile. Observaţii de acest fel sînt obositoare şi ne părea că ar fi suficient de a observa tulpinile a vreo douăzeci de genuri, aparţinînd unor familii foarte distincte, trăind în diferite ţări. Au fost alese mai multe plante care, din faptul că sînt lemnoase sau din alte motive, părea prea puţin probabil că ele ar circumnuta. Observaţiile şi diagramele au fost făcute în modul descris în introducere. Plante în ghivece au fost supuse unei temperaturi potrivite iar pe timpul observaţiei ele au fost ţinute fie în întuneric, fie la o lumină slabă care venea de sus. Ele au fost dispuse în ordinea adoptată de Hooker în *System of Botany* a lui Le Maouli şi Decaisne. Numărul familiei la care aparţine fiecare gen a fost notat lîngă cel al genului, ceea ce indică locul în serie a fiecăruia.

1) *Iberis umbellata* (*Cruciferae*, fam. 14). — Mişcarea tulpinii unei plante tinere, înaltă de 10 cm, constînd din patru internoduri (inclusiv hipocolitul) în afară de un mugur mare în vîrf, a fost înregistrată, după cum se vede în figura 70, în decurs de 24 de ore

Atît cît am putut judeca, numai 2,5 cm din partea de sus a vîrfului [tulpinii] au circumnutat, în mod simplu. Mișcarea a fost înceată, iar viteza de circumnutație a fost foarte inegală în diferite momente. În mersul ei, tulpina descrie, în 6 ore și 30 min, o elipsă neregulată sau mai degrabă un triunghi.

2) *Brassica oleracea* (*Cruciferae*). — O plantă foarte tînără avînd trei frunze, din care cea mai lungă nu era decît de 1,875 cm, a fost pusă la un microscop prevăzut cu un micrometru ocular și s-a constatat că vîrful celei mai lungi frunze era în mișcare continuă.

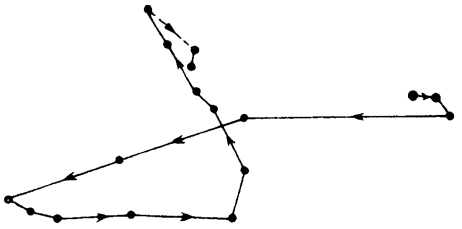


Fig. 70. — *Iberis umbellata*. Circumnutația tulpinii unei plante tinere, înregistrată de la 13 septembrie, ora 8,30, pînă la aceeași oră în dimineața următoare: distanța de la vîrful tulpinii pînă la placa orizontală de sticlă a fost de 19 cm; diagrama redusă la jumătate din mărimea inițială; mișcarea, după cum se vede aici, este mărită de 4—5 ori.

Ea a parcurs cinci diviziuni de micrometru, adică 0,025 cm, în 6 minute și 20 de secunde. Aproape că nu putea exista îndoială că mai ales tulpina era cea care se mișca, deoarece vîrful nu a ieșit repede din focarul (microscopului); ceea ce s-ar fi întîmplat dacă mișcarea s-ar fi limitat la frunză, care se mișcă în sus și în jos în aproape același plan vertical.

3) *Linum usitatissimum* (*Lineae*, fam. 29). — Fritz Müller afirmă („Jenaische Zeitschrift" vol. V, p. 137) că tulpinile acestei plante se rotesc sau circumnutează cu puțin înainte de perioada de înflorire.

4) *Pelargonium zonale* (*Geraniaceae*, fam. 47). — O plantă tînără, înaltă de 19 cm, a fost observată în modul obișnuit; însă pentru a vedea bobița de la capătul firului subțire de sticlă și în același timp și semnul de dedesubt, a fost nevoie de a tăia și îndepărta trei

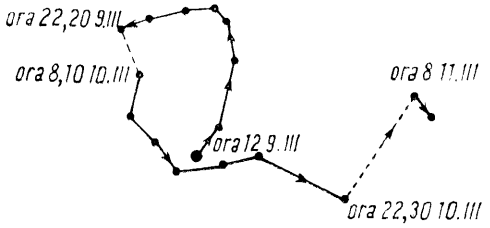


Fig. 71. — *Pelargonium zonale*. Circumnutația tulpinii unei plante tinere, slab luminată de sus; mișcarea bobiței mărită de circa 11 ori; înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la amiaza zilei de 9 martie pînă la ora 8 în 11 martie.

frunze de pe una din părți. Nu știm dacă din această cauză sau datorită faptului că planta se curbase într-o parte mai înainte din cauza heliotropismului, însă începînd cu dimineața zilei de 7 martie pînă la ora 10,20 din ziua următoare, tulpina a parcurs o distanță considerabilă în zigzag, în aceeași direcție generală. În cursul nopții de 8 martie ea a parcurs o oarecare distanță în unghi drept față de mersul ei anterior, iar în dimineața următoare (în 9) ea a rămas cîtva timp aproape nemișcată. La amiază în ziua de 9 martie am început un nou desen (fig. 71), care a fost continuat pînă în ziua de 11, ora 8. Între amiaza zilei de 9 martie și ora 17 din zina de 10 (adică în decurs de 29 de ore) tulpina a descris un cerc. De aceea, această plantă circumnutează, însă într-un ritm foarte încet și într-o mică măsură.

5) *Tropaeolum majus* (?) (varietatea pitică numită Tom Thumb) (*Geraniaceae*, fam. 47). — Speciile din acest gen se cațără cu ajutorul pețiolurilor lor sensibile, însă unele din ele

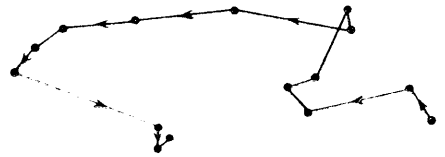


Fig. 72. — *Tropaeolum majus* (?). Circumnutația tulpinii unei plante tinere, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 26 decembrie, ora 9, pînă la 27 decembrie, ora 10; mișcarea bobiței mărită de circa 5 ori, iar în figură redusă la jumătate din mărimea inițială.

de asemenea se încolăcesc în jurul suporturilor; însă chiar aceste din urmă specii nu încep să circumnuteze în mod bătător la ochi atîta timp cît sînt tinere. Varietatea despre care este vorba aci are o tulpină oarecum groasă și este atît de pipernicită încît nu se cațără în nici un fel. De aceea am dorit să stabilim dacă tulpina unei plante tinere, cu două internodii, înalte împreună de 8 cm, au circumnutat. Planta a fost observată timp de 25 de ore și vedem în figura 72 că tulpina s-a mișcat în zigzag, indicînd circumnutație.

6) *Trifolium resupinatum* (*Leguminosae*, fam. 75). — Cînd vom vorbi despre somnul plantelor, vom vedea că tulpinile mai multor genuri de leguminoase, ca de exemplu *Hedysarum*, *Mimosa*, *Melilotus* etc., care nu sînt cățărătoare, circumnutează în mod bătător la ochi. Vom da aici un singur exemplu (fig. 73), arătînd circumnutația tulpinii unei plante mari de trifoi, *Trifolium resupinatum*. În decurs de 7 ore tulpina și-a schimbat considerabil mersul de opt ori și a efectuat trei cercuri sau elipse neregulate, ceea ce [arată că] ea a circumnutat rapid. Unele dintre linii merg în unghi drept una față de alta.

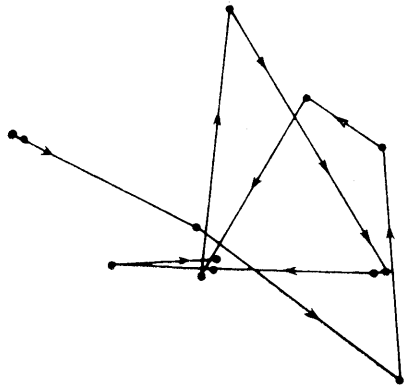


Fig. 73. — *Trifolium resupinatum*. Circumnutația tulpinii înregistrată pe o placă de sticlă verticală de la ora 9,30 la 16,30 în ziua de 3 noiembrie; desenul nu a fost mult mărit, iar aici el e redus la jumătate din mărimea inițială; planta a fost slab luminată de sus.

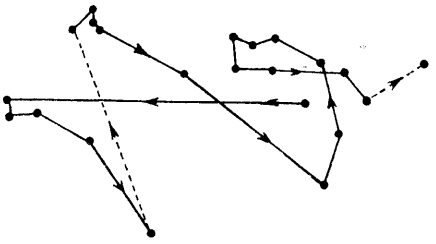
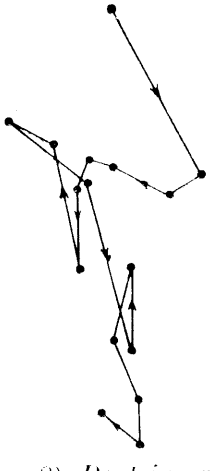


Fig. 74. — *Rubus* (hibrid). Circumnutația tulpinii înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 14 martie, ora 16, pînă la 16 martie, ora 8,30; desenul, mult mărit, a fost redus aici la o jumătate din dimensiunea inițială; planta a fost luminată slab de sus.

7) *Rubus idaeus* (hibrid) (*Rosaceae*, fam. 76). — Din întîmplare aveam o plantă tînără, înaltă de 27,5 cm, care creștea viguros și care fusese obținută dintr-o încrucișare între zmeur (*Rubus idaeus*) și un *Rubus* nord-american; ea a fost observată în modul obișnuit. În decursul dimineții de 14 martie tulpina a completat aproape un cerc și apoi s-a deplasat spre dreapta. La ora 16 și-a inversat mersul și acum s-a început un nou desen care a fost continuat timp de 40 de ore și 30 min și este arătat în figura 74. În acest caz avem o circumnutație bine pronunțată.



← Fig. 75. — *Deutzia gracilis*. Circumnutația tulpinii ținute în întuneric, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la ora 8,30 pînă la ora 19 în ziua de 20 martie; mișcarea bobiței, inițial mărită de circa 20 de ori, a fost redusă aici la jumătate din mărimea inițială.

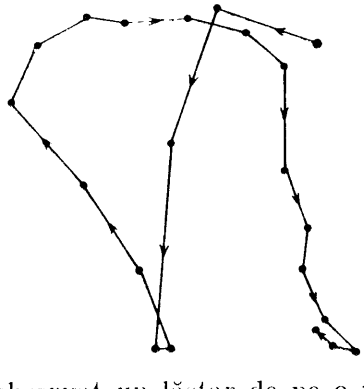


Fig. 76. — *Fuchsia* (var. de grădină). → Circumnutația tulpinii ținute în întuneric, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la ora 8,30 pînă la ora 19 la 20 martie; mișcarea bobiței, inițial mărită de circa 4 ori, a fost aici redusă la jumătate din mărimea inițială.

8) *Deutzia gracilis* (*Saxifrageae*, fam. 77). — A fost observat un lăstar de pe o tufă înaltă de 15 cm. Bobița și-a schimbat considerabil mersul de unsprezece ori în decurs de 10 ore și 30 min (fig. 75) și nu încape îndoială în privința circumnutației tulpinii.

9) *Fuchsia* (varietatea de seră, cu flori mari, probabil un hibrid) (*Onagrarieae*, fam. 100). — O plantă tînără, înaltă de 37,5 cm, a fost observată timp de aproape 48 de ore. Figura alăturată (fig. 76) dă amănuntele necesare și arată că tulpina a circumnutat, cu toate că relativ încet.

10) *Cereus speciosissimus* (varietatea de grădină, uneori numită *Phyllocactus multiflorus* (*Cacteae*, fam. 109). — Această plantă care creștea viguros din cauză că fusese transferată cu cîteva zile mai înainte din florărie în seră caldă, a fost observată cu un interes deosebit, deoarece părea foarte puțin probabil ca tulpina ei să circumnuteze. Ramurile sînt plate sau în formă de evantai; unele din ele sînt însă triunghiulare în secțiune, cu cele trei laturi scobite. O ramură din această din urmă formă, lungă de 22,5 cm și cu un diametru de 3,75 cm a fost aleasă pentru observație, deoarece era mai puțin probabil să circumnuteze decît o ramură în formă de evantai. Mișcarea bobiței de la capătul firului subțire de sticlă fixat de vîrful ramurii a fost înregistrată de la 23 noiembrie, ora 9,23, pînă la ora 16,30, timp în care ea și-a schimbat de 6 ori mersul (fig. 77, *A*). În ziua de 24 s-a făcut un alt

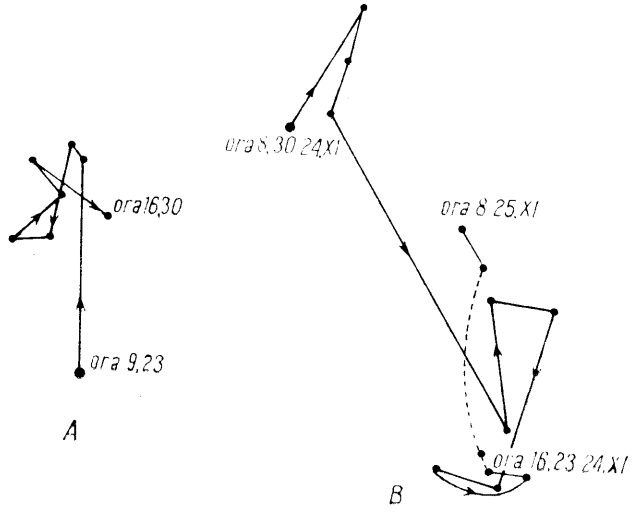


Fig. 77. — *Cereus speciosissimus*. Circumnutația tulpinii luminate de sus, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală, în *A* la 23 noiembrie, de la ora 9 la 16,30, iar în *B* de la 24 noiembrie, ora 8,30, pînă la 25 noiembrie, ora 8; în *B* mișcarea bobiței a fost mărită de aproximativ 38 de ori.

desen (fig. 77, *B*), și în această zi bobița și-a schimbat mersul mai des, executînd în 8 ore ceea ce se poate considera ca [reprezentînd] patru elipse, cu axele lor mai lungi îndreptate [în direcții] diferite. Sînt de asemenea arătate poziția tulpinii, precum și drumul pe care l-a început în dimineața următoare. Nu încape îndoială că, deși această ramură părea cu totul rigidă, ea a circumnutat, însă amplitudinea mișcării în acest timp era extrem de mică, probabil mai puțin de 0,125 cm.

11) *Hedera helix* (*Araliaceae*, fam. 114). — Se știe că tulpina este apheliotropă și mai multe plantule crescînd într-un ghiveci în seră s-au curbate în mijlocul verii, în unghi drept de partea opusă luminii. La 2 septembrie cîteva dintre aceste tulpini au fost legate ca să stea vertical și au fost așezate în fața unei ferestre spre nord-est; spre surprinderea noastră însă, acum ele erau hotărît heliotrope, deoarece în decurs de 4 zile ele s-au aplecat înspre lumină, iar mersul lor, înregistrat pe o placă de sticlă orizontală, a prezentat un zigzag accentuat. În decursul următoarelor șase zile ele au circumnutat într-un ritm foarte încet, în același spațiu mic; nu poate exista nici o îndoială în privința circumnutației lor. Plantele au fost ținute în exact același loc, în fața ferestrei și după un interval de 15 zile tulpinile au fost din nou observate timp de 2 zile, iar mișcările lor au fost înregistrate și s-a constatat că ele încă mai circumnutau, însă într-o măsură încă și mai mică.

12) *Gazania ringens* (*Compositae*, fam. 122). — Circumnutația tulpinii unei plante tinere, înaltă de 17,5 cm, măsurată pînă la vîrful frunzei celei mai de sus, a fost înregistrată timp de 33 de ore și prezentată în figura alăturată (fig. 78). Se pot observa două linii principale mergînd aproape în unghi drept pe alte două linii principale, întrerupte însă de mici bucle.

13) *Azalea indica* (*Ericineae*, fam. 128). — Pentru observație a fost aleasă o tufă înaltă de 52,5 cm, iar circumnutația lăstarului principal a fost înregistrată timp de 26 de ore și 40 min, după cum se vede în figura 79.

14) *Plumbago capensis* (*Plumbagineae*, fam. 134). — Pentru observație a fost aleasă o mică ramură laterală dintr-un tufiș înalt care proemina și creștea liber, formînd un unghi de 35° deasupra orizontalei. În primele 11 ore ramura a parcurs o distanță mare în linie

aproape dreaptă — datorită probabil faptului că fusese deviată anterior de către lumină pe cînd era în seră. În ziua de 7 martie la ora 19 și 20 min s-a început un desen nou care a fost continuat în următoarele 43 de ore și 40 min (fig. 80). În primele două ore el a urmat aproape aceeași direcție ca înainte și apoi a schimbat-o puțin; în timpul nopții s-a mișcat aproape în unghi drept față de mersul anterior. A doua zi (în 8) a mers foarte mult în zigzag, iar în ziua de 9 martie s-a mișcat neregulat în jurul unui mic spațiu circular. În ziua de

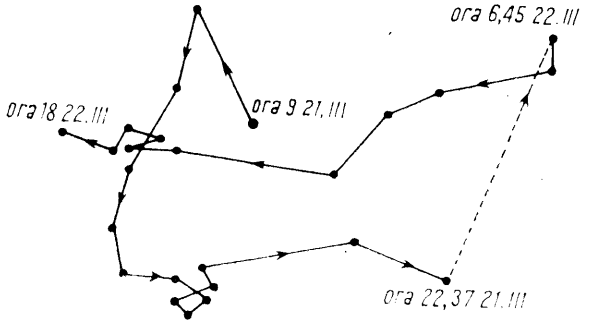


Fig. 78. — *Gazania ringens*. Circumnutația tulpinii înregistrată de la 21 martie, ora 9, pînă la 22 martie, ora 18; planta ținută în întuneric; mișcarea bobiței la sfîrșitul observațiilor a fost mărită de 34 de ori, iar în figură redusă la jumătate din mărimea inițială.

9 martie la ora 15 desenul devenise atît de complicat, încît nu se mai puteau înregistra puncte; însă lăstarul a continuat să circumnuteze în decursul serii zilei de 9 martie, a întregii zile de 10 și a dimineții zilei de 11 martie, pe același spațiu mic care avea un diametru de

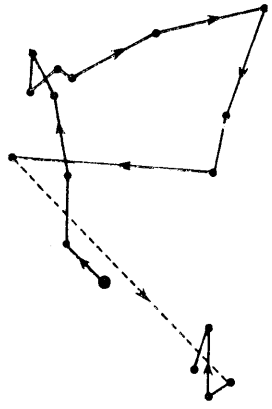


Fig. 79. — *Azalea indica*. Circumnutația tulpinii luminate de sus, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 9 martie, ora 9,30, pînă la 10 martie, ora 12,10; însă în dimineața zilei de 10 martie nu s-au marcat decît patru puncte între orele 8,30 și 12,30, incluzînd ambele ore, așa încît circumnutația nu este corect reprezentată în această parte a diagramei; în figură mișcarea bobiței a fost mărită de aproximativ 30 de ori.

numai 0,97 mm. Cu toate că această ramură nu a circumnutat decît într-o foarte mică măsură, totuși ea și-a schimbat frecvent mersul. Mișcările ar fi trebuit să fie mai mult mărite.

15) *Aloysia citriodora* (*Verbenaceae*, fam. 173). — Figura alăturată (fig. 81) prezintă mișcările unui lăstar în decurs de 31 de ore și 40 de minute și arată că el a circumnutat. Tufa era înaltă de 37,75 cm.

16) *Verbena melindres* (?) (o variație ierbacee cu flori stacojii) (*Verbenaceae*). — Un lăstar înalt de 20 cm a fost așezat orizontal pentru a i se putea oberva apogeotropismul, și porțiunea terminală a crescut vertical în sus pe o lungime de 3,75 cm. Un fir subțire de sticlă, cu o bobiță la capăt, a fost fixat vertical de vîrf și mișcările i-au fost înregistrate în decurs de 41 de ore și 30 de minute pe o placă de sticlă verticală (fig. 82). În aceste condiții s-au evidențiat mai ales mișcările laterale; cum însă liniile dintr-o parte într-alta nu sînt la același nivel, lăstarul trebuie să se fi mișcat într-un plan în unghi drept față de cel al mișcării laterale, adică trebuie să fi circumnutat. Ziua următoare (în 6 iunie), în decurs de 16 ore, lăstarul s-a deplasat de patru ori la dreapta și de patru ori la stînga; și se pare că aceasta reprezintă formarea a patru elipse, așa încît fiecare s-a completat în patru ore.

17) *Ceratophyllum demersum* (*Ceratophylleae*, fam. 220). — O descriere interesantă a mișcărilor tulpinii acestei plante acvatice a fost publicată de d. E. Rodier[1]. Mișcările, limitate

[1] „Comptes Rendus", 30 aprilie 1877. De asemenea o a doua notă a fost publicată separat la Bordeaux, la 12 noiembrie 1877.

la internodiile tinere, devin din ce în ce mai puțin [marcate] în partea de jos a tulpinii, și la internodii sînt extraordinare prin amplitudinea lor. Uneori tulpinile s-au deplasat în 6 ore într-un unghi de peste 200° și într-un caz în 3 ore s-a deplasat într-un unghi de 220°. În general, dimineața ele se îndoaie de la dreapta la stînga, iar după amiază se îndoaie într-o direcție opusă; uneori însă această mișcare era temporar inversată sau complet oprită. Ea nu era influențată de lumină. Nu pare că dl. Rodier să fi făcut vreo diagramă în plan orizontal,

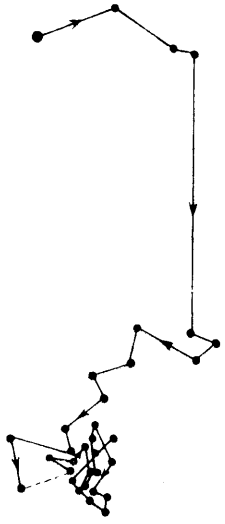


Fig. 80. — *Plumbago capensis.* Circumnutația vîrfului unei ramuri laterale, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 7 martie, ora 19,20, pînă la 9 martie, ora 15; mișcarea bobiței a fost amplificată de 13 ori; planta a fost slab luminată de sus.

care să prezinte mersul însăși urmat de vîrf; el vorbește însă de „ramuri executînd o mișcare de răsucire în jurul axelor lor de creștere". Din amănuntele date mai sus și amintindu-ne cît de greu este în cazul plantelor volubile și al cîrceilor de a nu confunda curbarea lor în

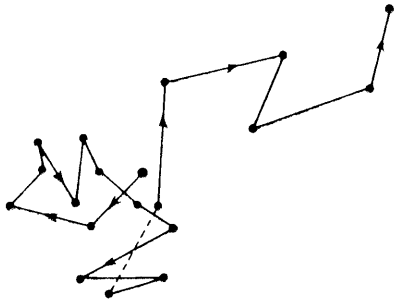


Fig. 81. — *Aloysia citriodora.* Circumnutația tulpinii înregistrată de la 22 martie, ora 8,20, pînă în ziua de 23 martie, ora 16; planta a fost ținută în întuneric; mișcarea a fost amplificată de aproximativ 40 de ori.

toate direcțiile cu adevărata torsiune, ajungem la părerea că tulpinile de *Ceratophyllum* circumnutează, probabil sub formă de elipse înguste, fiecare completîndu-se în circa 26 de ore. Afirmația următoare pare totuși să indice ceva diferit de circumnutația obișnuită, însă noi

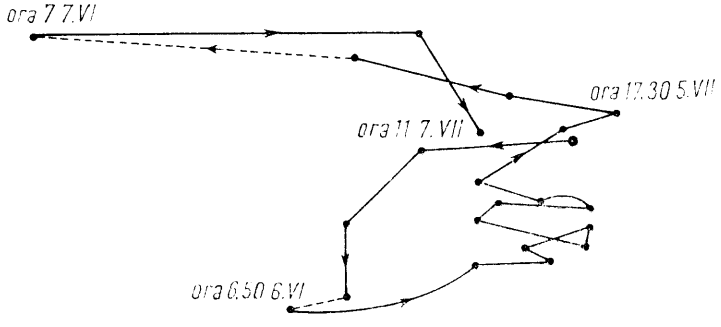


Fig. 82. — *Verbena melindres.* Circumnutația în întuneric a unei tulpini, înregistrată pe o placă de sticlă verticală de la 5 iunie, ora 17,30, pînă în 7 iunie, ora 11; mișcarea bobiței a fost mărită de 9 ori.

nu reușim să o înțelegem deplin. Dl. Rodier spune: „Il est alors facile de voir que le mouvement de flexion se produit d'abord dans les mérithalles supérieurs qu'il se propage *ensuite*, en s'amoindrissant du *haut* en *bas*; tandis qu'au contraire le mouvement de *redressement*

commence par la partie inférieure pour se terminer à la partie supérieure qui, quelquefois, peu de temps avant de se relever tout à fait, forme avec l'axe un angle très aigu"*.

18) *Coniferae.* — Dr. Maxwell Masters afirmă („Journ. Linn. Soc.", 2 decembrie 1879) că lăstarii producători ai multor conifere prezintă, în decursul sezonului creșterii lor active, remarcabile mișcări de nutație revolutivă, cu alte cuvinte, ele circumnutează. Putem fi siguri că lăstarii laterali, dacă sînt observați cu grijă în timpul cînd cresc, vor prezenta aceeași mișcare.

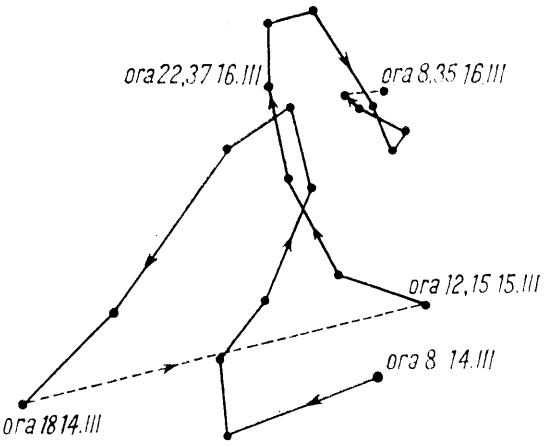


Fig. 83. — *Lilium auratum.* Circumnutația în întuneric a unei tulpini, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală din ziua de 14 martie, ora 8, pînă la 16 martie, ora 8,35; trebuie însă notat că observațiile noastre au fost întrerupte din ziua de 14, orele 18, pînă la 15 martie, ora 12,45, iar mișcările în acest interval de 18 ore și 15 min sînt reprezentate de o linie lungă punctată; diagrama a fost redusă la jumătate din mărimea inițială.

19) *Lilium auratum* (fam. *Liliaceae*). — Circumnutația tulpinii unei plante înaltă de 60 cm este reprezentată în figura alăturată (fig. 83).

20) *Cyperus alternifolius* (fam. *Cyperaceae*). Un fir subțire de sticlă cu o bobiță la capăt a fost fixat de-a curmezișul vîrfului unei tulpini tinere, înalte de 25 cm, aproape sub

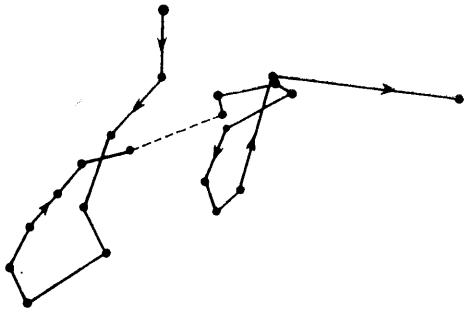


Fig. 84. — *Cyperus alternifolius.* Circumnutația tulpinii luminate de sus, înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 9 martie, ora 9,45, pînă la 10 martie, ora 21; tulpina a crescut atît de repede pe cînd era observată, încît a fost imposibil de a aprecia în ce măsură mișcările ei au fost mărite în desen.

vîrful cu frunze alungite. La 8 mai, între orele 12,20 și 19,20, tulpina a descris o elipsă deschisă la un capăt. A doua zi s-a început un nou desen (fig. 84) care arată clar că tulpina a completat în decurs de 35 de ore și 15 min trei figuri neregulate.

OBSERVAȚII FINALE ASUPRA CIRCUMNUTAȚIEI TULPINILOR

Oricine va examina diagramele prezentate acum și va avea în vedere cît de diferită este poziția plantelor descrise în ordinea sistematică și-și va aminti că noi avem motive valabile pentru [a susține] părerea asupra circumnutației hipocotilelor și a epicotilelor la toate plantele, dacă nu va uita numărul de plante răspîndite în familiile cele mai distincte care se cațără printr-o mișcare similară, va ad-

* „Este atunci ușor de văzut că mișcarea de flexiune e produce *mai intîi* în meritalele superioare, că mișcarea se propagă *ulterior* scăzînd în intensitate de *sus* în *jos*; în timp ce, din contra, mișcarea de *redresare* începe din partea inferioară și se termină la partea superioară care, cîteodată, puțin timp înainte de a fi complet ridicată, formează un unghi foarte ascuțit cu axa" (*N. trad.*).

mite probabil că dacă vor fi observate atent, se va constata că tulpinile în creștere ale tuturor plantelor circumnutează într-o mai mare sau mai mică măsură. Cînd vom trata despre somn și despre alte mișcări ale plantelor, se vor da în mod incidental multe alte exemple de circumnutație. Privind diagramele, ar trebui să ne reamintim că tulpinile sînt întotdeauna în creștere, așa încît în fiecare caz, pe cînd se ridica, vîrful circumnutînd trebuie să fi descris o spirală de un fel oarecare. În general punctele au fost făcute pe plăci de sticlă la intervale de o oră sau o oră și jumătate, fiind ulterior unite prin linii drepte. Dacă ele ar fi fost făcute la intervale de 2 sau 3 minute, liniile ar fi fost mai curbe, ca în cazul urmelor lăsate pe plăcile de sticlă înnegrită de vîrfurile radiculelor circumnutante ale platulelor. În general diagramele se apropie ca formă de o succesiune de elipse sau ovale mai mult sau mai puțin neregulate, cu axele mai lungi îndreptate în decursul aceleiași zi sau în zile consecutive către puncte cardinale diferite. De aceea, mai devreme sau mai tîrziu, tulpinile se curbează în toate părțile; însă după ce o tulpină s-a curbat într-o direcție oarecare, de obicei mai întîi ea se îndreaptă aproape, dar nu complet în direcția opusă; rezultă tendința de a forma elipse, care sînt în general înguste, însă nu atît de înguste ca cele descrise de stoloni și frunze. Pe de altă parte, uneori figurile descrise se apropie de cercuri, ca formă. Oricare ar fi figura, drumul urmat este adesea întrerupt de zigzaguri, mici triunghiuri, bucle sau elipse. O tulpină poate descrie într-o zi o singură elipsă mare, în ziua următoare poate descrie două elipse. La diferite plante complexitatea, viteza și amplitudinea mișcării sînt foarte diferite. De exemplu, tulpinile de *Iberis* și *Azalea* au descris o singură elipsă în 24 de ore; în vreme ce tulpina de *Deutzia* a făcut patru sau cinci zigzaguri adînci sau elipse înguste în 11 ore și jumătate, iar cea de *Trifolium* [a efectuat] trei figuri triunghiulare sau dreptunghiulare în 7 ore.

CIRCUMNUTAȚIA STOLONILOR

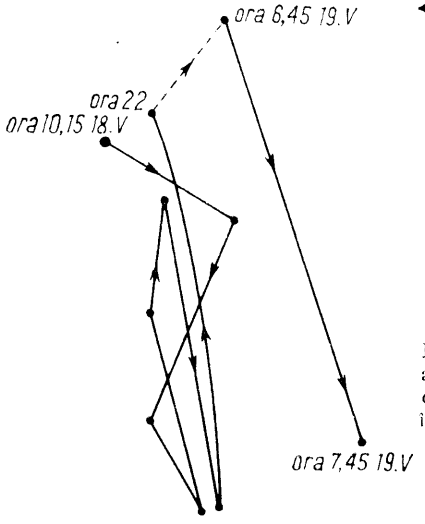
Stolonii constau din ramuri flexibile, foarte alungite, care se întind de-a lungul suprafeței solului și formează rădăcini la o oarecare distanță de planta parentală. Ei sînt de aceea de aceeași natură omologă ca și tulpinile; și următoarele trei cazuri pot fi adăugate la cele douăzeci expuse mai înainte.

Fragaria (varietatea de grădină, cultivată) (*Rosaceae*). — O plantă, crescînd într-un ghiveci, emisese un stolon lung; acesta a fost susținut cu un bețișor, așa încît a proeminat orizontal pe o distanță de mai mulți centimetri. Un fir subțire de sticlă cu două triunghiuri foarte mici de hîrtie a fost fixat de mugurul terminal care era puțin întors în sus; și mișcările i-au fost înregistrate în decurs de 21 de ore, după cum este arătat în figura 85. În primele 12 ore stolonul s-a mișcat de două ori în sus și de două ori în jos în linii puțin în zigzag și fără îndoială că s-a deplasat în același fel și în timpul nopții. Dimineața următoare, după un interval de 20 de ore, vîrful era puțin mai sus decît la început, ceea ce arată că în acest timp geotropismul nu a acționat asupra stolonului [2]; și că nici propria sa greutate nu l-a făcut să se aplece în jos.

Dimineața următoare (în 19 mai) firul subțire de sticlă a fost detașat și fixat din nou aproape în dosul mugurului, deoarece părea posibil ca circumnutația mugurului terminal și a părții învecinate a stolonului să fie diferită. Mișcarea a fost înregistrată acum în decursul a două zile consecutive (fig. 86). În prima zi filamentul, în afară de cîteva mișcări

[2] Dr. A. B. Frank afirmă (*Die Natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen*, 1870, p. 20) că geotropismul acționează asupra stolonilor acestei plante, însă numai după un interval considerabil de timp.

laterale, s-a deplasat de cinci ori în sus și de patru ori în jos în decurs de 14 ore și 30 min. În ziua de 20 mai mersul a fost chiar mai complicat și aproape că nu poate fi urmărit în figură; în 16 ore însă firul de sticlă s-a mișcat de cel puțin cinci ori în sus și de cinci ori în jos, cu foarte puțină aplecare laterală. În această a doua zi, primul și ultimul punct făcut, adică la orele 7 și 23, erau foarte aproape între ele, dovedind că stolonul nici nu se coborîse și nici nu se ridicase. Totuși, comparîndu-i poziția în dimineața zilei de 19 cu cea din 21 mai,



← Fig. 85. — *Fragaria*. Circumnutația stolonului ținut în întuneric, înregistrată pe o placă verticală de sticlă de la 18 mai, ora 10,45, pînă la 19 mai, ora 7,45.

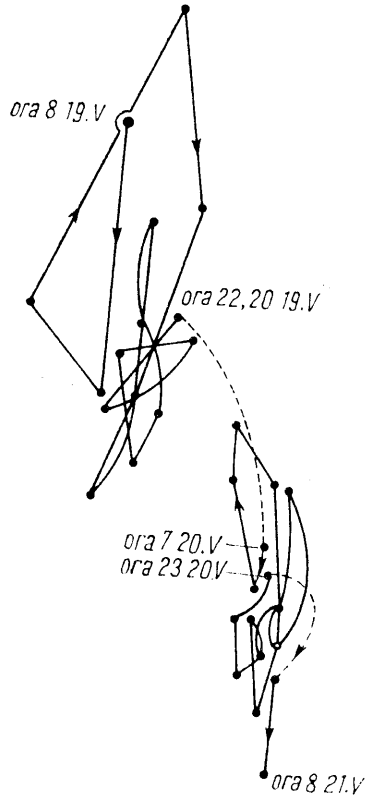


Fig. 86. — *Fragaria*. Circumnutația →→ aceluiași stolon ca și în figura precedentă, observată în același fel și înregistrată de la 19 mai, ora 8, pînă la 21 mai, ora 8.

este evident că stolonul nu se curbase, ceea ce se poate atribui unei îndoiri încete fie din cauza propriei sale greutăți, fie din cauza geotropismului.

În timpul unei părți din ziua de 20 s-a executat un desen octogonal, aplicînd un cub de lemn pe placa de sticlă verticală și aducînd vîrful stolonului în perioadele consecutive în aceeași linie cu una din marginile cubului și făcînd de fiecare dată un punct pe placa de sticlă. De aceea acest desen dădea reprezentări foarte apropiate ale amplitudinii însăși a mișcării vîrfului; iar în decurs de 9 ore distanța între punctele extreme era de 1,125 cm. Prin aceeași metodă s-a stabilit că vîrful a parcurs în ziua de 20, între ora 7 și ora 8 din ziua de 21, o distanță de 2,05 cm.

Un stolon mai tînăr și mai scurt a fost susținut astfel încît el proemina cu circa 45° deasupra orizontalei și mișcarea lui a fost înregistrată prin aceeași metodă ortogonală. În prima zi vîrful s-a ridicat curînd deasupra cîmpului vizual. Pînă în dimineața următoare el se aplecase și drumul urmat de vîrf a fost înregistrat în decurs de 14 ore și 30 min (fig. 87). Mișcarea a fost aproape aceeași, [adică] dintr-o parte într-alta, ca și în sus și în jos; ea s-a deosebit în această privință foarte mult de mișcarea [înregistrată] în cazurile precedente. În decursul ultimei părți a zilei, între orele 15 și 22,30, distanța parcursă de vîrf a fost de 2,875 cm, iar în decursul întregei zile distanța parcursă a fost de cel puțin 6,675 cm. Aceasta este o mișcare aproape comparabilă cu cea a unor plante cățărătoare. Același stolon a fost observat a doua zi și acum el s-a mișcat într-un plan nu departe de verticală și într-un mod ceva mai puțin complex. Amplitudinea extremă a mișcării însăși a fost de 3,875 cm într-o direcție și 1,5 cm în altă direcție, și în unghi drept [cu prima]. În nici una

din aceste zile stolonul nu s-a aplecat în jos din cauza geotropismului sau prin propria sa greutate.

Patru stoloni încă fixați de plantă au fost puși pe nisip umed în fundul unei camere, cu vîrfurile spre ferestre dinspre nord-est. Ei au fost astfel așezați deoarece De Vries spune[3] că ei sînt apheliotropi atunci cînd sînt expuși la lumina soarelui; dar cu lumina slabă [de la nord-est] nu am putut observa un [asemenea] efect. Putem adăuga că într-un alt caz, pe la sfîrșitul verii, cîțiva stoloni așezați vertical în fața unei ferestre spre sud-vest,

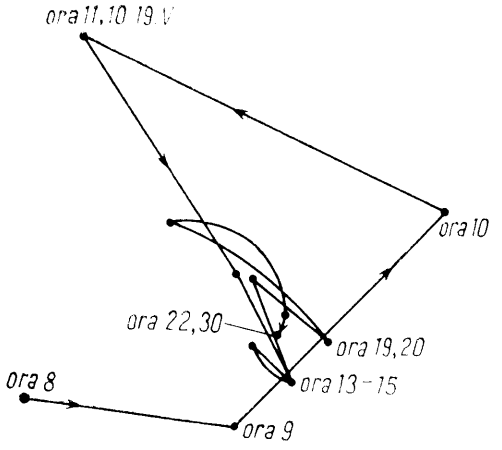


Fig. 87. — *Fragaria*. Circumnutația unui stolon mai tînăr, înregistrată de la ora 8 dimineața pînă la ora 18 seara; figura este redusă la jumătate.

pe o zi noroasă, s-a curbat vizibil înspre lumină, fiind astfel heliotropi. Foarte aproape în fața vîrfurilor stolonilor culcați la pămînt s-au înfipt în nisip o mulțime de bețișoare foarte subțiri și paie uscate, care să reprezinte tulpinile înghesuite ale plantelor înconjurătoare în condițiile naturale. Aceasta s-a făcut pentru a observa cum vor trece printre ele stolonii în creștere. Ei au trecut cu ușurință în decurs de 6 zile și se pare că circumnutația le-a ușurat trecerea. Atunci cînd vîrfurile au întîlnit bețișoare foarte apropiate între ele, încît stolonii nu puteau trece printre ele, vîrfurile lor s-au ridicat și au trecut pe deasupra lor. Bețișoarele și tulpinile au fost îndepărtate după trecerea celor patru stoloni, din care doi s-a constatat că au luat o formă permanent sinuoasă, iar doi erau încă drepți. Vom reveni însă asupra acestui subiect cînd vom [vorbi] despre *Saxifraga*.

Saxifraga samentosa (*Saxifrageae*). — O plantă care crește într-un ghiveci suspendat a emis stoloni cu ramificații lungi ca niște filamente care atîrnau în toate părțile. Doi dintre stoloni au fost legați în sus în așa fel ca ei să stea verticali și în decurs de mai multe zile extremitățile lor superioare s-au curbat treptat în jos, însă atît de încet, încît curbarea era probabil datorată propriei lor greutăți și nu geotropismului. Un fir subțire de sticlă a fost fixat cu mici triunghiuri de hîrtie de capătul unuia dintre acești stoloni, care era lung de 43,75cm și se curbase mult în jos, însă încă mai proemina formînd un unghi foarte mare deasupra orizontalei. Stolonul nu s-a deplasat decît puțin, [mișcîndu-se] de trei ori dintr-o parte într-alta și apoi în sus; în dimineața următoare mișcarea a fost chiar și mai mică. Întrucît stolonul era atît de lung, am socotit că el crescuse aproape complet, așa încît am încercat un altul mai gros și mai scurt, care era lung de 26,25 cm. El s-a deplasat foarte mult, mai ales în sus, și și-a schimbat mersul de cinci ori în decursul zilei. În timpul nopții el s-a curbat atît de mult în sus în opoziție cu forța de gravitație, încît mișcarea nu a mai putut fi înregistrată pe placa de sticlă așezată vertical și a trebuit folosită una orizontală. Mișcarea a fost urmărită în decursul următoarelor 25 de ore, după cum se vede în figura 88. Au fost efectuate aproape complet în primele 15 ore trei elipse neregulate, cu axele lungi, îndreptate în direcții puțin diferite. Amplitudinea extremă a mișcării vîrfului în decursul celor 25 de ore a fost de 1,875 cm.

Mai mulți stoloni au fost așezați pe o suprafață plană de nisip umed în același fel ca și cei de căpșuni. Frecarea lor de nisip nu a stînjenit circumnutația lor; și nu am putut descoperi nici o dovadă că stolonii erau sensibili la contact. Pentru a vedea cum ar acționa

[3] „Arb. bot. Inst. Würzburg", 1872, p. 134.

ei în condiții naturale, atunci cînd întîlnesc o piatră sau vreun alt obstacol pe sol, s-au înfipt în nisip bucățele scurte de sticlă înnegrită, înalte de 2,5 cm, în fața a două ramificații laterale subțiri. Vîrfurile lor au zgîriat suprafața înnegrită în diferite direcții; un stolon a descris trei linii în sus și două în jos, pe lîngă una aproape orizontală; celălalt s-a răsucit îndepărtîndu-se complet de placa de sticlă; pînă în cele din urmă ambii stoloni au trecut peste placa de sticlă și și-au continuat mersul lor inițial. Vîrful unui al treilea stolon gros a trasat pe placa de sticlă o linie curbă, apoi s-a retras și a venit din nou în contact cu placa; stolonul s-a deplasat apoi spre dreapta, și după ce s-a ridicat, a coborît vertical; pînă în cele din urmă a ocolit un capăt al plăcii de sticlă în loc de a trece pe deasupra ei. În nisip s-au înfipt mai

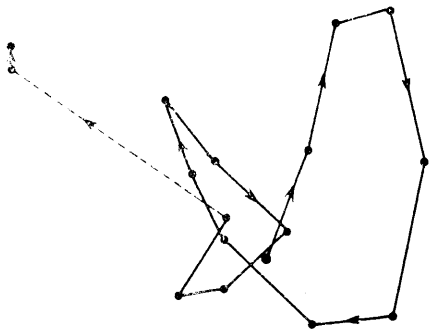


Fig. 88. — *Saxifraga sarmentosa*. Circumnutația unui stolon aplecat, înregistrată în întuneric pe o placă de sticlă orizontală de la 18 aprilie, ora 7,45, pînă la 19 aprilie, ora 9; mișcarea stolonului este mărită de 2,2 ori.

multe ace lungi, destul de aproape unele de altele, așa încît să formeze un grup des în fața acelorași două ramificații laterale subțiri; acestea și-au deschis ușor drumul prin acest grup de ace. Un stolon gros a fost însă mult întîrziat în trecerea sa; într-un loc el a fost obligat să se curbeze în unghi drept față de drumul său anterior; într-un alt loc nu a putut trece printre ace și porțiunea din spatele vîrfului s-a curbat, apoi s-a îndoit în sus și a trecut prin spațiul lăsat de partea de sus a unor ace care din întîmplare s-au aplecat; apoi el s-a coborît și în cele din urmă a ieșit din nou din grupul acelor. Acest stolon a devenit într-o mică măsură permanent sinuos; acolo unde era sinuos el era mai gros decît în oricare altă parte, după cîte s-ar părea, deoarece creșterea sa longitudinală fusese oprită.

Cotyledon umbelicus (*Crassulaceae*). — O plantă care a crescut într-un vas plat, în mușchi umed, a emis doi stoloni lungi de 55 și de 50 cm. Unul din aceștia era susținut, așa încît o porțiune de 11,25 cm proemina în linie dreaptă, orizontală; mișcarea vîrfului stolonului a fost înregistrată. Primul punct a fost făcut la ora 9,10; curînd porțiunea terminală a stolonului a început să se curbeze în jos și a continuat să se curbeze pînă la amiază. De aceea o linie dreaptă, aproape tot atît de lungă ca întreaga figură dată aci (fig. 89), a fost înregistrată mai întîi pe placa de sticlă; partea superioară a acestei linii nu a fost însă copiată în diagramă. Curbura s-a produs la mijlocul penultimului internod; locul principal al curburii a fost la 3,75 cm de la vîrf; curbura părea datorată nu geotropismului, ci greutății porțiunii terminale care a acționat asupra părții mai flexibile a internodului. Vîrful, după ce s-a curbat în jos de la ora 9,10 pînă la amiază, s-a mișcat puțin spre stînga; pe urmă s-a ridicat și a circumnutat pînă la ora 22,35 într-un plan aproape vertical. În ziua următoare (26.VIII) stolonul a fost observat de la ora 6,40 pînă la 17,20, și în acest timp s-a mișcat de două ori în sus și de două ori în jos. În dimineața zilei de 27 vîrful era tot atît de sus cît fusese în ziua de 25 la ora 11,30. Și vîrful nu s-a mai curbat în cursul zilei de 28, ci el a continuat să circumnuteze aproape în același loc.

Un alt stolon, care semăna aproape în toate privințele cu cel anterior, a fost observat în decursul acelorași două zile, însă numai 5 cm din porțiunea terminală au fost lăsați să proemineze liber, orizontal. La 25 august ea a continuat să se curbeze drept în jos între orele 9,10 și 13,30, datorită, după cît se pare, propriei ei greutăți (fig. 90); însă de la această oră și pînă la ora 22,35 vîrful a mers în zigzag. Acest fapt merită atenție, deoarece aci vedem probabil efectele combinate ale curbării în jos din cauza greutății și ale circumnutației. Totuși stolonul nu a circumnutat cînd a început pentru prima dată să se curbeze, după cum se poate observa din diagrama de față și după cum era și mai evident în cazul precedent, cînd o porțiune mai lungă a stolonului a fost lăsată nesusținută. În ziua următoare (în 26) stolonul s-a deplasat de două ori în sus și de două ori în jos, și tot mai continua să se aplece; seara și în timpul nopții el s-a deplasat într-o direcție oblică, dintr-un motiv necunoscut.

Din aceste trei cazuri vedem că stolonii circumnutează într-un mod foarte complex. În general liniile lor se întind în plan vertical, ceea ce se poate atribui probabil efectului greutății capătului liber al stolonului; există însă întotdeauna

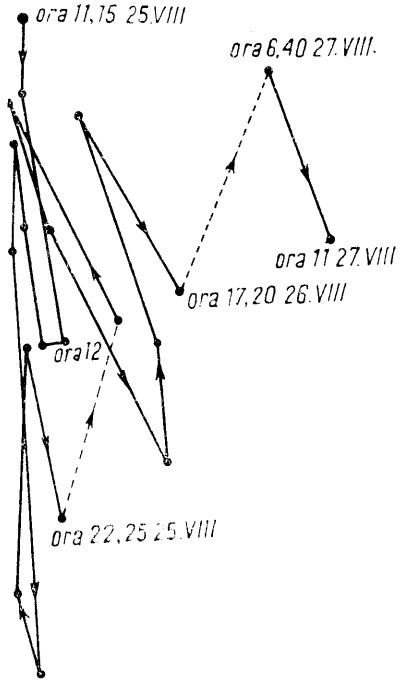


Fig. 89. — *Colyledon umbilicus*. Circumnutația unui stolon, înregistrată de la 25 august, ora 11,15, pînă la 27 august, ora 11; planta a fost luminată de sus; internodul terminal era lung de 0,625 cm, penultimul de 5,625 cm, iar al treilea de 7,5 cm; vîrful stolonului era la o distanță de 14,375 cm de placa de sticlă verticală; nu a fost însă posibil de a stabili cît de mult a fost mărit desenul, deoarece nu am știut pe ce lungime a circumnutat internodul.

o oarecare mișcare laterală, care uneori este considerabilă. Amplitudinea circumnutației este atît de mare, încît aproape că poate fi comparată cu cea a plantelor

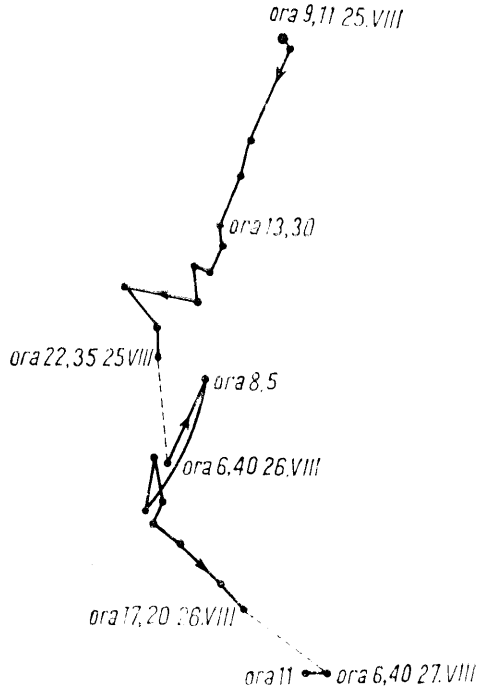


Fig. 90. — *Colyledon umbilicus*. Circumnutația și mișcarea în jos ale unui alt stolon, înregistrate pe o placă de sticlă verticală de la 25 august, ora 9,11, pînă la 27 august, ora 11; vîrful era aproape de placa de sticlă, așa încît figura este mărită numai puțin, iar aici este redusă la două treimi din mărimea inițială.

cățărătoare. Observațiile de mai sus dovedesc aproape cu siguranță că stolonii, [prin aceste mișcări], sînt ajutați în acest fel să treacă peste obstacole și să se strecoare

printre tulpinile plantelor înconjurătoare. Vîrfurile lor ar fi fost susceptibile să se curbeze ori de cîte ori ar fi întîlnit obstacole în drumul lor, dacă nu ar fi circumnutat; curbîndu-se însă, ele evită cu ușurință obstacolele. Acesta trebuie să constituie un avantaj considerabil pentru plantă, de a se răspîndi pornind de la tulpina-mamă; sîntem însă departe de a presupune că această capacitate a fost dobîndită de stoloni în acest scop; deoarece circumnutația pare să fie un fenomen al tuturor părților în creștere, nu este exclus ca amplitudinea mișcării să fi fost special sporită în [vederea răspîndirii plantei].

CIRCUMNUTAȚIA TULPINILOR FLORALE

Nu am crezut necesar să facem observații speciale asupra circumnutației tulpinilor florale, pentru că ele, ca și tulpinile sau stolonii, sînt de origine axială; cîteva observații au fost totuși făcute în mod întîmplător, atunci cînd ne-am

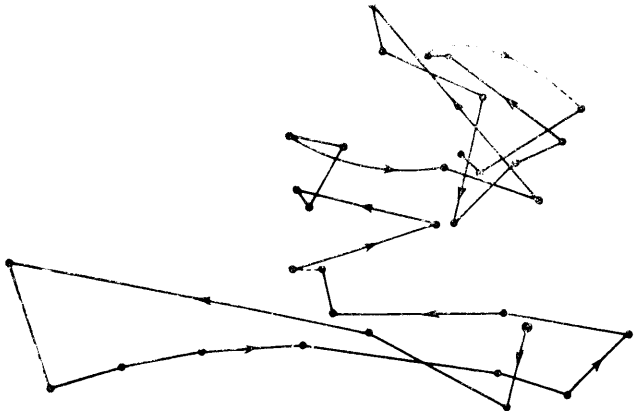


Fig. 91. — *Oxalis carnosa.* Tulpina floral, slab luminată de sus; circumnutația s-a înregistrat de la 13 aprilie, ora 9, pînă la 15 aprilie, ora 9; vîrful florii a fost la 20 cm sub placa de sticlă orizontală; mișcarea a fost mărită probabil de aproximativ șase ori.

ocupat de alte subiecte și le vom reda aci pe scurt. Cîteva observații au fost de asemenea făcute de alți botaniști. Toate acestea luate împreună vor fi suficiente pentru a demonstra probabilitatea că atunci cînd cresc toți pedunculii ca și pedunculii secundari circumnutează.

Oxalis carnosa. Pedunculul care iese din tulpina groasă și lemnoasă la această plantă poartă trei sau patru pedunculi secundari. Un fir de sticlă cu mici triunghiuri de hîrtie a fost fixat în interiorul caliciului unei flori care stătea vertical. Mișcarea lui a fost observată timp de 48 de ore; în timpul primei jumătăți a acestui timp floarea era complet deschisă, iar în timpul celei de-a doua jumătăți ea se veștejise. Figura dată aici (fig. 91) reprezintă 8 sau 9 elipse. Cu toate că pedunculul principal a circumnutat și a descris în decurs de 24 de ore o elipsă mare și două mai mici, totuși sediul principal al mișcării rezidă în pedunculii secundari care pînă în cele din urmă s-au aplecat vertical în jos, după cum se va descrie într-un capitol viitor. Pedunculii de *Oxalis acetosella* se curbează de asemenea în jos, iar ulterior, cînd păstăile sînt aproape mature, se ridică în sus și aceasta se execută printr-o mișcare circumnutantă.

În figura de mai sus se poate vedea că tulpina floral de *O. carnosa* a circumnutat timp de două zile aproximativ pe același loc. Pe de altă parte, tulpina floral de *O. sensitiva* este supusă unei schimbări puternic marcată, schimbare periodică și zilnică a poziției atunci cînd planta era ținută la o temperatură corespunzătoare. În mijlocul zilei tulpina floral stă vertical în sus sau într-un unghi mare; după amiaza ea se apleacă, iar seara devine orizontală sau aproape orizontală, ridicîndu-se iarăși în timpul nopții. Această mișcare continuă din perioada cînd florile sînt în mugur pînă ce, după părerea noastră, păstăile sînt mature; și poate că ea ar fi trebuit să fie inclusă în așa-numitele mișcări de somn ale plantelor. Nu s-a

făcut nici un desen, s-au măsurat însă unghiurile în perioade consecutive, timp de o zi; și acestea au arătat că mișcarea nu era continuă, însă că pedunculul a oscilat în sus și în jos. Putem conchide de aceea că el a circumnutat. La baza pedunculului există o masă de mici celule formînd o pulvină bine dezvoltată, care în exterior este păroasă și purpurie. După cîte știm, la nici un alt gen pedunculul nu este prevăzut cu o pulvină. Pedunculul de *O. ortogesii* s-a comportat diferit de cel de *O. sensitiva*, deoarece la amiază el stătea într-un unghi mai mic față de orizontală, decît dimineața sau seara. La ora 22,20 pedunculul se ridicase mult. În timpul amiezei el a oscilat mult în sus și în jos.

Trifolium subterraneum. — Un fir de sticlă a fost fixat vertical de partea cea mai de sus a pedunculului unui capitul tînăr și vertical (tulpina plantei fiind legată de un băț)

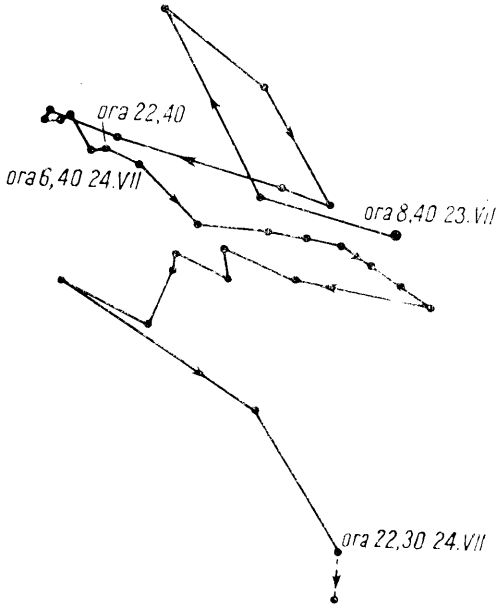


Fig. 92. — *Trifolium subterraneum.* Pedunculul floral principal, luminat de sus; circumnutația a fost înregistrată pe o placă de sticlă orizontală de la 23 iulie, ora 8,40, pînă la 24 iulie, ora 22,30.

și mișcările i-au fost înregistrate timp de 36 de ore. În acest timp el a descris (fig. 92) o figură reprezentînd patru elipse; însă în ultima parte a acestui timp pedunculul a început să se aplece în jos, iar în ziua de 24, după ora 22,30, el s-a aplecat atît de repede în jos, încît în ziua de 25 la ora 6,45 nu mai era decît cu 19° deasupra orizontalei. El a continuat să circumnuteze în aproape aceeași poziție timp de două zile. Chiar după ce capitulele s-au îngropat în pămînt, ele au continuat să circumnuteze, după cum se va arăta ulterior. În capitolul următor se va vedea de asemenea că pedunculele secundare ale fiecărei flori de *Trifolium repens* circumnutează într-un mers complicat, timp de mai multe zile. Pot adăuga că ginoforul de *Arachis hypogaea*, care seamănă bine cu un peduncul, circumnutează în timp ce crește vertical în jos pentru a îngropa păstaia tînără în pămînt.

Mișcările florilor de *Cyclamen persicum* nu au fost observate, însă, în timp ce păstaia se formează, pedunculul se lungește mult și se apleacă în jos printr-o mișcare de circumnutație. Un peduncul [floral] tînăr de *Maurandia semperflorens*, lung de 3,75 cm, a fost observat cu grijă o zi întreagă și a executat 4 1/2 elipse scurte, înguste, verticale și neregulate, fiecare într-un ritm mediu de circa 2 ore și 25 min. Un peduncul [floral] învecinat a descris în același timp elipse similare, cu toate că mai puține [4]. După Sachs [5], tulpinile florale ale multor plante, ca de exemplu cele de *Brassica napus*, pe cînd cresc se rotesc sau circumnutează; cele de *Allium porrum* se curbează dintr-o parte într-alta și, dacă această mișcare ar fi fost înregistrată pe placă orizontală de sticlă, fără îndoială că ea ar fi indicat formarea de elipse. Fritz Müller a descris [6] mișcările de rotație spontane ale tulpinilor florale la o *Alisma*, pe care le compară cu cele ale unei plante cățărătoare.

[4] *The Movements and Habits of Climbing Plants*, ed. a 2-a, 1875, p. 68.

[5] *Text-Book of Botany*, 1875, p. 766. Linné și Treviranus (după Pfeffer, *Die Periodischen Bewegungen* etc, p. 162) afirmă că pețiolurile florale ale multor plante ocupă poziții diferite noaptea și ziua, și vom vedea în capitolul despre somnul plantelor că această mișcare implică o circumnutație.

[6] „Jenaische Zeitschr.", vol. V, p. 133.

Noi nu am făcut nici o observație asupra mișcărilor diferitelor părți ale florilor. Totuși Morren a observat [7] la staminele de *Spermannia* și *Cereus* un „frémissement spontané"** care, după cum se poate bănui, este o mișcare de circumnutație. Circumnutația ginostemiului la *Stylidium* este, după cum o descrie Gad [8], foarte remarcabilă și ajută, după cît se pare, la fertilizarea florilor. Ginostemiul în timpul mișcărilor sale spontane vine în contact cu labelul vîscos, de care aderă pînă ce este eliberat de tensiunea crescîndă a părților sau prin atingere [9].

Am văzut mai sus că tulpinile florale ale unor plante aparținînd unor familii atît de diferite ca cele de *Cruciferae*, *Oxalidae*, *Leguminosae*, *Primulaceae*, *Scrophularineae*, *Alismaceae* și *Liliaceae* circumnutează; și că există indicații ale acestei mișcări la multe alte familii. Cu aceste fapte în fața noastră și avînd de asemenea în vedere că la multe plante circeii constau din pedunculi [florali] modificați, putem admite fără multă îndoială că toate tulpinile florale în creștere circumnutează.

CIRCUMNUTAȚIA FRUNZELOR: DICOTILEDONATE

Mai mulți distinși botaniști ca Hofmeister, Sachs, Pfeffer, De Vries, Batalin, Millardet și alții au observat, unii cu cea mai mare grijă, mișcările periodice ale frunzelor; atenția lor a fost însă îndreptată mai ales, cu toate că nu exclusiv, către frunzele care se mișcă într-o mare măsură și despre care se spune de obicei că dorm noaptea ***. Din considerații care vor fi arătate ulterior, plantele de acest fel nu vor fi examinate aici și vor fi tratate separat. Deoarece doream să stabilim dacă toate frunzele tinere și în creștere circumnutează, ne-am gîndit că ar fi suficient dacă am observa între 30 și 40 de genuri ocupînd poziții cît mai diferite în seria plantelor, alegînd cîteva cu forme neobișnuite și alte forme dintre cele lemnoase. Toate plantele erau sănătoase și creșteau în ghivece. Ele erau luminate de sus, însă poate că lumina nu era întotdeauna suficient de vie, deoarece multe au fost observate cînd stăteau sub un luminator de tavan din sticlă mată. Afară de cîteva cazuri speciale, un fir subțire de sticlă cu două triunghiuri foarte mici de hîrtie au fost fixate de frunze și mișcările lor au fost înregistrate pe o placă de sticlă verticală (atunci cînd nu se indică contrariul) în modul descris anterior. Reamintesc că liniile punctate reprezintă mersul nocturn. Tulpina a fost întotdeauna legată de un băț, aproape de baza frunzei sub observație. Aranjamentul speciilor și numărul familiei sînt aceleași ca și în cazul tulpinilor.

1) *Sarracenia purpurea* (*Sarraceneae*, fam. 11). — Unei frunze tinere sau cornet înaltă de 21,25 cm, cu vezicula umflată, însă cu capacul încă nedeschis, i s-a fixat transversal un ir de sticlă de-a curmezișul vîrfului; ea a fost observată timp de 48 de ore și în tot acest

[7] „N. Mém. de l'Acad. R. de Bruxelles", 1841, vol. XIV, p. 3.

** În românește: tremurătură spontană (N. trad.).

[8] „Sitzungbericht des bot. Vereins der P. Brandenburg XXI, p. 84.

[9] Dr. E. Heckel, autorul traducerii în l. franceză a acestei opere, atrage atenția asupra mișcărilor staminelor și pistilului pe care le-a studiat și publicat într-un memoriu (1876) și cîteva note în C. R. Acad. des Sciences. Studiile au fost executate asupra florilor de *Saxifraga*, *Parnassia palustris* etc. După Heckel toate staminele speciilor din aceste două mari clase prezintă mișcări spontane, care ar putea fi considerate ca o modificare a mișcărilor de circumnutație. Aceste mișcări ar favoriza după Heckel autofecundația sau fecundația încrucișată. Mișcările provocate ale staminelor și pistilului ar cere, ca inductor, intervenția unui agent viu (insectă etc.). Mișcările provocate de acești agenți s-ar observa la plantele cu nivelul cel mai înalt de organizare dintre gamnopetale: compozeele, stilideele, bignoniaceele, goodenaceele, scrofulariaceele, semameele etc. (Bull. de la Soc. Bot. Provence, aprilie 1879, p. 33—47). Nota infrapaginală a dr-lui Heckel reprezintă o confirmare a generalității mișcărilor circumnutante la plantele superioare (*N. trad.*).

*** Dr. E. Heckel la ediția franceză a traducerei adaugă o notă infrapaginală în acest loc. El susține că mișcările de circumnutație ale frunzelor au fost descrise de J. E. Planchon într-o notă din 1856 care nu a ajuns la cunoștința lui Darwin. Dr. E. Heckel citează un pasaj din lucrarea lui Planchon asupra mișcărilor la plantele a căror frunze dorm noaptea. Planchon a măsurat unghiul deplasării frunzelor de *Medicago sativa* timp de trei zile ca și *Phaseolus lablab* și *Trifolium*. El descrie caracterele acestor mișcări de ridicare și coborîre. Memoriul mare al lui Planchon nu fusese publicat în momentul tipăririi acestei opere a lui Darwin (*N. trad.*).

timp ea a circumnutat într-un mod aproape similar, însă într-o foarte mică măsură. Desenul prezentat (fig. 93) nu se referă decît la mișcările din primele 26 de ore.

2) *Glaucium luteum* (*Papaveraceae*, fam. 12). — Unei plante tinere avînd numai opt frunze i s-a fixat un fir de sticlă de penultima și cea mai tînără frunză, care era lungă de 7,5 cm, inclusiv pețiolul. Mișcarea de circumnutație a fost înregistrată timp de 47 de ore. În ambele zile de observație frunza s-a curbat în jos înainte de ora 7 pînă pe la ora 11 și apoi s-a

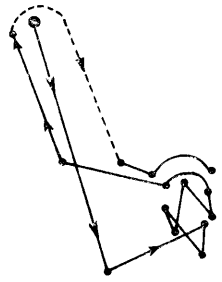
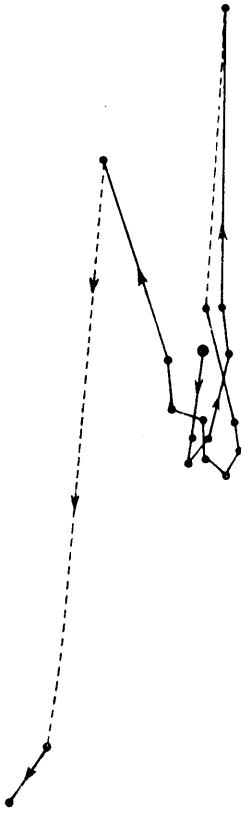


Fig. 93. — *Sarracenia purpurea.* Circumnutația unui cornet tînăr, înregistrată de la 3 iunie, ora 8, pînă la 4 iunie, ora 10,15; temperatura era de 17—18°C; vîrful cornetului era la 50 cm de placa de sticlă, așa încît mișcarea este mult mărită.

ridicat puțin în restul zilei și în prima parte a nopții. În ultima parte a nopții ea s-a curbat foarte mult în jos. Ea nu s-a ridicat atît de mult în a doua zi ca în timpul primei zile și s-a curbat cu mult mai jos într-a doua noapte decît în prima. Această diferență a fost probabil datorată luminatului de sus care a fost insuficient în timpul celor două zile de observație. Mersul ei în decursul celor două zile este arătat în figura 94.



←Fig. 94. — *Glaucium luteum.* Circumnutația unei frunze tinere, înregistrată între 14 iunie, ora 9,30, și 16 iunie, ora 8,30; desenul nu este mult mărit, deoarece vîrful frunzei nu era decît la 13,75 cm de placa de sticlă.

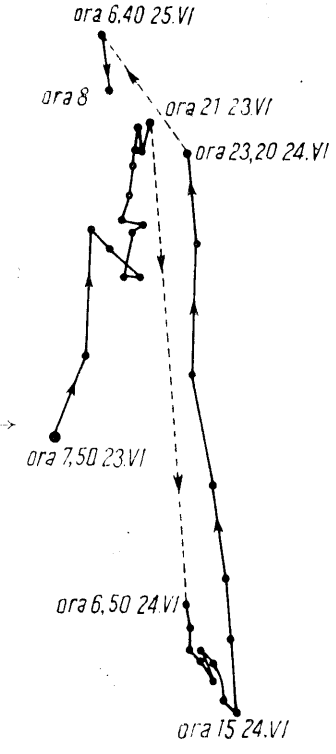


Fig. 95. — *Crambe maritima.* Circumnutația frunzei insuficient luminată de sus, înregistrată de la 23 iunie, ora 7,50, pînă la 25 iunie, ora 8; vîrful frunzei la 38,125 cm de placa verticală de sticlă, așa încît desenul a fost mult mărit, aici fiind redus la o pătrime din scara inițială.→

3) *Crambe maritima* (*Cruciferae*, fam. 14). — A fost observată mai întîi o frunză lungă de 22,5 cm de pe o plantă care nu creștea viguros. Vîrful ei era în mișcare permanentă, însă această mișcare a putut cu greu fi înregistrată, fiind deosebit de slabă. Totuși cu siguranță că vîrful și-a modificat mersul cel puțin de șase ori în decurs de 14 ore. O plantă tînără mai viguroasă avînd numai patru frunze a fost apoi aleasă și i s-a fixat un fir de sticlă de nervura mediană a celei de-a treia frunză de la bază, care cu pețiol cu tot era lungă de 12,5 cm.

Frunza stătea aproape vertical în sus, însă vîrful ei era deviat, așa încît firul de sticlă proemina aproape orizontal și mișcările i-au fost înregistrate în decurs de 48 de ore pe o placă de sticlă verticală, după cum se vede din figura alăturată (fig. 95). În figură vedem clar că frunza a circumnutat în mod continuu, însă periodicitatea propriu-zisă a mișcărilor era tulburată de faptul că planta nu era decît slab luminată de sus printr-un luminator dublu de tavan. Deducem că asta era cauza, deoarece la două frunze de pe plante care creșteau în aer liber li s-au măsurat la amiază unghiurile deasupra orizontalei și în nopți consecutive între orele 21 și aproximativ 22 s-a constatat că la ultima dintre ore frunzele se ridicaseră formînd un unghi mediu de 90° față de poziția lor de la miezul zilei ; în dimineața următoare ele s-au aplecat pînă la poziția lor anterioară. Or, în diagramă se poate observa că frunza s-a ridicat în decursul celei de-a doua nopți, așa încît la ora 6,10 ea era mai sus decît la ora 22,20 din noaptea precedentă, ceea ce se poate atribui faptului că frunza se adaptează la lumina slabă care venea exclusiv de sus.

4) *Brassica oleracea* (*Cruciferae*). — Hofmeister și Batalin [10] afirmă că frunzele de varză se ridică noaptea și se apleacă ziua. Am acoperit o plantă tînără avînd opt frunze cu un clopot mare de sticlă, așezînd-o în aceeași poziție față de lumina în care rămăsese mult timp și s-a fixat un fir subțire de sticlă la distanță de 1 cm de la vîrful unei frunze tinere lungă de aproape 10 cm. Mișcările i-au fost apoi înregistrate în decurs de trei zile, însă desenul nu merită să fie prezentat. Frunza s-a curbat toată dimineața și s-a ridicat în cursul serii și al primei părți a nopții. Liniile ascendente și descendente nu au coincis, așa încît în fiecare 24 de ore s-a format cîte o elipsă neregulată. Partea bazală a nervurii mediane nu s-a mișcat, după cum s-a stabilit prin măsurarea, în perioade consecutive, a unghiului pe care l-a format cu orizontala, așa încît mișcarea a fost limitată la porțiunea terminală a frunzei, care s-a deplasat într-un unghi de 11° în decurs de 24 de ore ; distanța parcursă în sus și în jos de către vîrf a fost între 2 și 2,25 cm.

Pentru a determina efectul întunericului, un fir de sticlă a fost fixat de o frunză lungă de 13,75 cm, pe o plantă care după ce a format un capitul, a produs o tulpină. Frunza era înclinată cu 41° deasupra orizontalei și mișcările i-au fost înregistrate pe o placă de sticlă verticală și urmărite în fiecare oră cu ajutorul unei luminări de ceară. În prima zi frunza s-a ridicat de la ora 8 la ora 22,30 într-un mers puțin în zigzag, distanța reală parcursă de către vîrf fiind de 1,675 cm. În timpul nopții frunza s-a aplecat, deși trebuia să se ridice, și în dimineața următoare la ora 7 ea se aplecase cu 0,575 cm și a continuat să se aplece pînă la ora 9,10. Ea s-a ridicat apoi pînă la ora 22,50, însă ridicarea a fost întreruptă de o oscilație considerabilă, adică de o aplecare și de o nouă ridicare. În timpul celei de-a doua nopți ea s-a aplecat din nou, însă numai pe o distanță foarte scurtă, iar în dimineața următoare s-a ridicat iarăși pe o distanță foarte scurtă. Astfel, mersul normal al frunzei a fost foarte mult tulburat sau mai curînd complet inversat prin absența luminii, iar amplitudinea mișcărilor a fost de asemenea considerabil micșorată.

Putem adăuga că, după dl. A. Stephen Wilson [11], frunzele tinere de nap suedez, care este un hibrid între *B. oleracea* și *rapa*, se strîng seara laolaltă în așa măsură încît „lățimea orizontală se micșorează cu circa 50 % față de lățimea din timpul zilei". De aceea frunzele trebuie să se ridice considerabil noaptea.

5) *Dianthus caryophyllus* (*Caryophylleae*, fam. 26). — A fost ales pentru observație lăstarul terminal al unei plante tinere, crescînd foarte viguros. La început, frunzele tinere stau vertical în sus și aproape unele de altele, curînd însă ele se apleacă în afară și în jos așa încît să devină orizontale și adesea, în același timp, se apleacă puțin spre una din părți. Un fir de sticlă a fost fixat de vîrful unei frunze tinere pe cînd mai era încă foarte înclinată și primul punct a fost făcut pe placa verticală de sticlă la ora 8,30 în ziua de 13 iunie, însă ea s-a aplecat în jos atît de repede, încît la ora 6,10, în dimineața următoare, ea era numai puțin deasupra orizontalei. În figura 96, linia lungă, ușor în zigzag, reprezintă acest mers rapid în jos, dar momentul cînd frunza era puțin înclinată spre stînga nu este redat ; însă figura arată mersul foarte întortocheat și în zigzag, precum și cele cîteva bucle efectuate în următoarele 2½ zile. Întrucît frunza continuă să se miște tot timpul spre stînga, este evident că linia în zigzag reprezintă multe circumnutații.

6) *Camellia japonica* (*Camelliaceae*, fam. 32). — Un fir de sticlă a fost fixat de vîrful unei frunze relativ tinere, care împreună cu pețiolul ei era lungă de 6,875 cm și care a ieșit

[10] „Flora", 1873, p. 437.

[11] „Trans. Bot. Soc., Edinburgh", vol. XIII, p. 32. În privința originii napului suedez, vezi Darwin, *Animals and Plants under Domestication*, ed. a 2-a, vol. I, p. 344.

dintr-o ramură laterală a unei tufe înalte. Această frunză s-a aplecat în jos într-un unghi de 40° sub orizontală. Deoarece frunza era groasă și rigidă, iar peţiolul ei era foarte scurt, nu era de aşteptat o mare mişcare. Vîrful şi-a schimbat totuşi mersul complet de şapte ori în decurs de 11 ore şi 30 min, însă nu a parcurs decît o distanţă foarte mică. În ziua următoare mişcarea vîrfului a fost înregistrată în decurs de 26 de ore şi 20 min (după cum se arată în

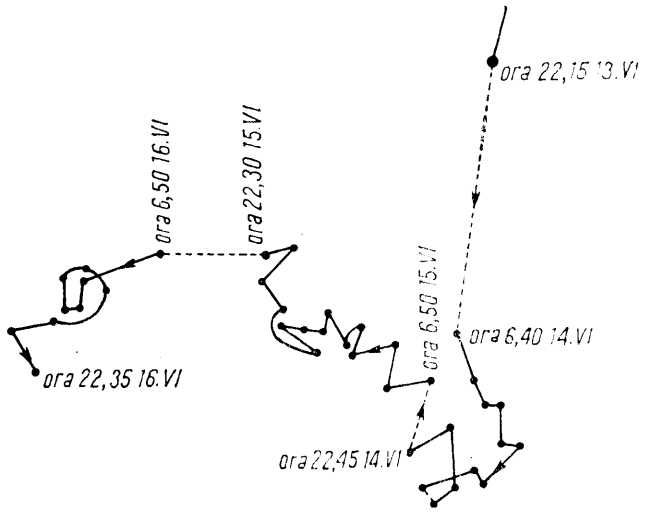


Fig. 96. — *Dianthus caryophyllus*. Circumnutaţia unei frunze tinere, înregistrată de la 13 iunie, ora 22,15, pînă la 16 iunie, ora 22,35; la sfîrşitul observaţiilor noastre, vîrful frunzei era la 21,875 cm de placa verticală de sticlă, aşa că desenul nu a fost foarte mult mărit; frunza era lungă de 15,125 cm; temperatura era de 15,5—17,5°C.

fig. 97) şi avea aproape acelaşi mers, însă mai puţin complex. Mişcarea pare să fie periodică, deoarece în ambele zile frunza a circumnutat dimineaţa, s-a aplecat după amiază (în prima zi pînă între orele 15 şi 16, a doua zi pînă la ora 18) şi apoi s-a ridicat, aplecîndu-se iarăşi, în timpul nopţii sau la începutul dimineţii.

Fig. 97. — *Camellia japonica*. Circumnutaţia frunzei, înregistrată de la 14 iunie, ora 6,10, pînă la 15 iunie, ora 6,50; vîrful frunzei era la 30 cm de placa de sticlă verticală, aşa încît figura este mult mărită; temperatura era de 16—16,5°C.

În capitolul despre somnul plantelor vom vedea că frunzele mai multor genuri de *Malvaceae* se apleacă noaptea şi, deoarece adesea ele nu ocupă atunci o poziţie verticală, mai ales dacă nu au fost bine luminate în timpul zilei, unele dintre aceste cazuri ar fi trebuit eventual incluse în capitolul de faţă.

7) *Pelargonium zonale* (*Geraniaceae*, fam. 47). — O frunză tînără, lată de 3,125 cm, cu peţiolul lung de 2,5 cm, de pe o plantă tînără a fost observată în modul obişnuit în decurs de 61 de ore şi mersul ei este arătat în figura de mai sus (fig. 98). În cursul primei zile şi nopţi frunza s-a mişcat în jos, însă a circumnutat între orele 10 şi 16,30. A doua zi s-a aplecat şi s-a ridicat iarăşi, însă între ora 10 şi 18 a circumnutat pe o scară extrem de mică. A treia zi circumnutaţia era mai evident pronunţată.

8) *Cissus discolor* (*Ampelideae*, fam. 67). — O frunză incomplet dezvoltată, a treia de la vîrful unui lăstar de pe o plantă tăiată, a fost observată timp de 31 de ore şi 30 min (fig. 99). Ziua era rece (15°—16°C), şi dacă planta ar fi fost observată în seră, circumnutaţia, cu toate că destul de clară după cum era de fapt, ar fi fost probabil mult mai vizibilă.

9) *Vicia faba* (*Leguminosae*, fam. 75). — Unei frunze tinere, lungă de 7,75 cm, măsurată de la baza peţiolului pînă la capătul foliolelor, i s-a fixat un fir de sticlă de nervura mediană a uneia din cele două foliole terminale şi mişcările i-au fost înregistrate timp de 51 de ore şi 30 min. Firul de sticlă s-a aplecat toată dimineaţa (în 2 iulie) pînă la ora 15, iar apoi s-a ridicat foarte mult pînă la ora 22,35; însă în această zi ridicarea a fost atît de mare, în comparaţie cu cea care a avut loc ulterior, încît ea era datorită în parte faptului că planta a fost luminată de sus. Numai ultima parte a mersului din ziua de 2 iulie este redată în figura alăturată (fig. 100). Ziua următoare (în 3 iulie) frunza s-a aplecat din nou dimineaţa, apoi a circumnutat în mod vizibil şi s-a ridicat pînă noaptea tîrziu, dar mişcarea nu a mai fost înregistrată după ora 19,15, întrucît în acel moment firul de sticlă era îndreptat

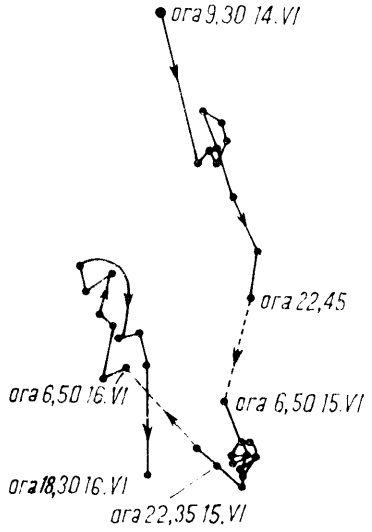


Fig. 98. — *Pelargonium zonale*. Circumnutația și mișcarea în jos a unei frunze tinere, înregistrate de la 14 iunie, ora 9,30, pînă la 16 iunie, ora 18,30; vîrful frunzei era la 23,125 cm de placa de sticlă verticală, așa încît figura este moderat mărită; temperatura era de 15—16,5°C.

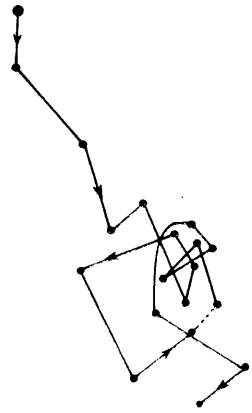


Fig. 99. — *Cissus discolor*. Circumnutația unei frunze, înregistrată de la 28 mai, ora 10,35, pînă la 29 mai, ora 18; vîrful frunzei era la 21,875 cm de placa de sticlă verticală.

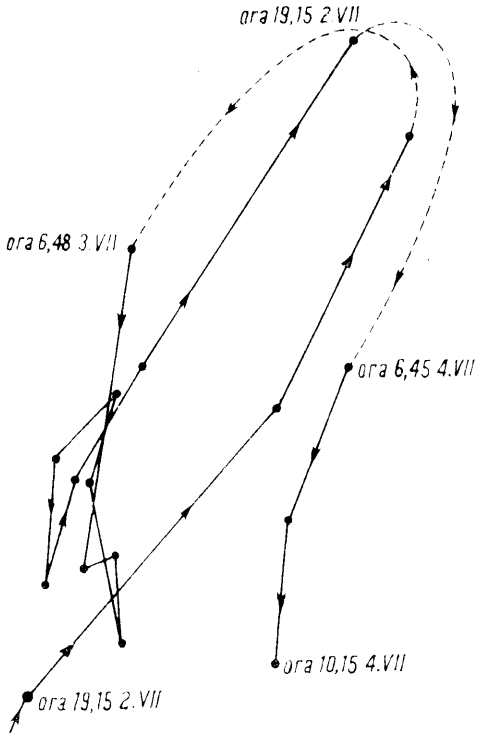


Fig. 100. — *Vicia faba*. Circumnutația frunzei, înregistrată de la 2 iulie, ora 19,15, pînă la 4 iulie, ora 22,15; vîrfurile celor două foliole terminale erau la 18,125 cm de placa de sticlă verticală; aici figura a fost redusă la două treimi din mărimea inițială; temperatura a fost de 17—18°C.

spre marginea superioară a plăcii de sticlă. În ultima parte a nopții și la începutul dimineții frunza s-a aplecat din nou la fel ca înainte.

Întrucît ridicarea de seară și aplecarea de dimineață au fost neobișnuit de mari, unghiul peţiolului deasupra orizontalei a fost măsurat în cele două perioade, și s-a constatat că frunza se ridicase cu 19° față de orizontală între orele 12,20 și 22,45, și unghiul căzuse cu 23°, 30 între această din urmă oră și ora 10,20 din dimineața următoare.

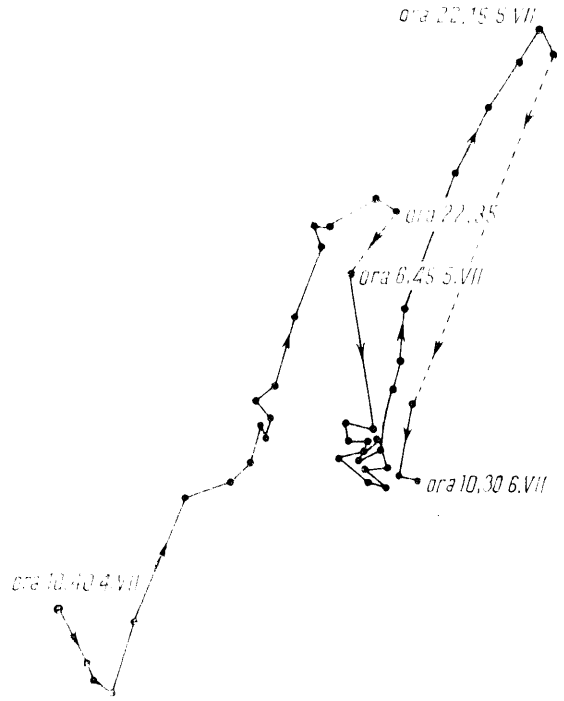


Fig. 101. — *Vicia faba*. Circumnutația uneia din cele două foliole terminale — peţiolul principal fiind legat —, înregistrată de la 4 iulie, ora 10,40, pînă la 6 iulie, ora 10,31; vîrful foliolei era la 16,875 cm de placa de sticlă verticală; desenul a fost redus aici la jumătate din mărimea inițială; temperatura era de 16—18°C.

Peţiolul principal a fost legat cu un beţișor aproape de baza celor două foliole terminale care aveau lungimea de 3,5 cm, iar mișcările uneia dintre ele au fost înregistrate timp de 48 de ore (fig. 101). Drumul urmat este îndeaproape analog cu cel al frunzei întregi

Fig. 102. — *Acacia retinoides*. Circumnutația unui filodiu tînăr, înregistrată de la 18 iulie, ora 10,15, pînă la 19 iulie, ora 8,15; vîrful filodiului era la 22,5 cm de placa de sticlă verticală; temperatura era de 16,5—17,5°C.

Linia în zigzag între orele 8,30 și 15,30 din ziua a doua reprezintă cinci elipse foarte mici, cu axele lor mai lungi diferit îndreptate. Din aceste observații decurge că atît frunza întreagă cît și foliolele terminale execută aceeași mișcare zilnică, periodică, bine pronunțată, ridicîndu-se seara și aplecîndu-se la sfîrșitul nopții sau la începutul dimineții, în timp ce la mijlocul zilei în general ele circumnutează în jurul aceluiași spațiu redus.

10) *Acacia retinoides* (*Leguminosae*). — Mișcarea unui filodiu tînăr lung de 8,437 cm și înclinat într-un unghi mare deasupra orizontalei a fost înregistrată timp de 45 de ore și 30 min; însă, în figura prezentată aici (fig. 102), circumnutația sa nu este arătată decît pentru [o perioadă de] 21 de ore și 30 min. În decursul unei părți din acest timp (anume în 14 ore și 30 min), filodiul a descris o figură reprezentînd 5 sau 6 elipse mici. Mișcarea însăși

în direcție verticală a fost de 0,75 cm. Filodiul s-a ridicat mult între orele 13,30 și 16; nu există însă nici o dovadă a vreunei mișcări periodice regulate în vreuna din cele două zile.

11) *Lupinus speciosus* (*Leguminosae*). — Plantele au fost obținute din semințe cumpărate sub acest nume. Este una din speciile acestui mare gen, ale cărui frunze nu dorm noaptea. Pețiolurile se ridică direct din pămînt și sînt lungi de 12,5—17,5 cm. Un fir de sticlă a fost fixat de nervura mediană a uneia dintre foliolele mai lungi, iar mișcarea întregii frunze a fost înregistrată, după cum se vede în figura 103. În decurs de 6 ore și 30 min firul

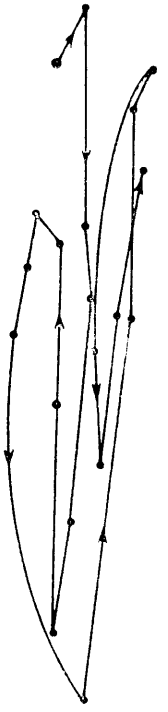


Fig. 103. — *Lupinus speciosus.* Circumnutația frunzei, înregistrată pe o placă de sticlă verticală între orele 10,15 și 17,45, adică timp de 6 ore și 30 min.

de sticlă s-a ridicat de patru ori și s-a aplecat de trei ori. Un nou desen a fost început atunci (care nu este dat aici), și în timp de 12,30 ore frunza s-a ridicat de opt ori și s-a aplecat de șapte ori, așa încît în acest timp a descris șapte elipse și jumătate, ceea ce reprezintă o viteză extraordinară de mișcare. Vîrful pețiolului a fost apoi legat de un bețișor și s-a constatat că foliolele circumnutau, în parte, în mod continuu.

Fig. 104. — *Echeveria stolonifera.* Circumnutația unei frunze, înregistrată de la 25 iunie, ora 8,20, pînă la 28 iunie, ora 8,45; vîrful frunzei era la 30,625 cm de placa de sticlă, așa încît mișcarea a fost mult mărită; temperatura era de 23—24,5°C.

13) *Echeveria stolonifera* (*Crassulaceae*, fam. 84). — Frunzele mai bătrîne ale acestei plante sînt atît de groase și cărnoase, iar cele tinere atît de scurte și late, încît părea foarte puțin probabil să se poată detecta vreo circumnutație la ele. De o frunză tînără îndoită în sus, lungă de 1,875 cm și lată de 0,7 cm, situată în afara rozetei terminale de frunze produsă

de o plantă care creștea foarte viguros, a fost fixat un fir de sticlă. Mișcarea ei a fost înregistrată timp de trei zile, după cum se arată în figura alăturată (fig. 104). Mersul a fost mai ales în sus, ceea ce poate fi atribuit alungirii frunzei prin creștere; vedem însă că liniile sînt puternic în zigzag și că uneori există o circumnutație distinctă, cu toate că de amplitudine foarte mică.

13) *Bryophyllum* (vel. *Calanchae calycinum* (*Crassulaceae*). — Duval-Jouve (Bull. „Soc. Bot. de France", 14 februarie 1868) a măsurat distanța dintre vîrfurile perechii superioare de frunze de pe această plantă și a obținut rezultatul prezentat în tabelul de mai jos. Trebuie notat că măsurătorile executate în ziua de 2 decembrie au fost făcute pe o altă pereche de frunze:

Orele:	8	14	19
16 noiembrie	15 mm	25 mm	(?)
19 noiembrie	18 mm	60 mm	18 mm
2 decembrie	22 mm	43 mm	38 mm

Din acest tabel vedem că la ora 14 frunzele erau la o distanță mult mai mare una de alta decît la ora 8 sau la ora 9, ceea ce arată că ele se ridică puțin seara și se apleacă sau se deschid dimineața.

14) *Drosera rotundifolia* (*Droseraceae*, fam. 85). — Mișcarea unei frunze tinere, cu un pețiol lung însă cu tentaculele (sau perii glandulari) încă nedesfăcute, au fost înregistrate timp de 47 de ore și 15 min. Figura 105 arată că ea a circumnutat mult mai ales în direcție

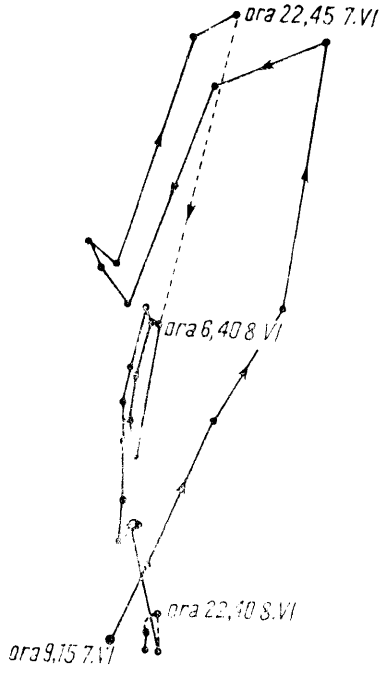


Fig. 105. — *Drosera rotundifolia*. Circumnutația unei frunze tinere, cu ajutorul unui fir de sticlă fixat de dosul limbului, înregistrată de la 7 iunie, ora 9,15, pînă la 9 iunie, ora 8,30; aici figura a fost redusă la jumătate din mărimea inițială.

verticală, descriind două elipse în fiecare zi. În ambele zile frunza a început să se aplece în cele două cazuri după orele 24 sau 1 și a continuat așa toată noaptea, cu toate că pe o distanță foarte inegală. De aceea noi am considerat că mișcarea este periodică; observînd însă alte trei frunze în decursul mai multor zile și nopți consecutive, am constatat că aceasta era o eroare; și acest caz este dat numai ca un avertisment. În a treia dimineață frunza de mai sus ocupa aproape exact aceeași poziție ca în prima dimineață, și atunci tentaculele se desfăcuseră suficient pentru a proemina în unghi drept față de limb sau față de disc. Îmbătrînind, frunzele se apleacă în general din ce în ce mai în jos. Mișcarea unei frunze relativ bătrîne, ale cărei glande încă mai secretau abundent, a fost înregistrată timp de 24 de ore,

în care timp ea a continuat să se aplece într-o linie uşor în zigzag. Dimineaţa următoare, la ora 7, s-a pus pe disc o picătură dintr-o soluţie de carbonat de amoniu (0,130 g la 28,38 g apă), care a înnegrit glandele şi a încovoiat multe dintre tentacule. Mai întîi greutatea picăturii a făcut ca frunza să se aplece puţin ; însă imediat după aceea ea a început să se ridice într-un mers puţin în zigzag şi a continuat aşa pînă la ora 15. Apoi ea a prezentat o circumnutaţie cam în acelaşi loc, de o foarte mică aplitudine, în timp de 21 de ore ; iar în decursul următoarelor 21 de ore ea s-a aplecat într-o linie în zigzag, ajungînd pînă aproape la nivelul la care era în momentul cînd i s-a administrat pentru prima dată amoniacul. În acest timp tentaculele se redresaseră, iar glandele îşi redobîndiseră culoarea lor specifică. Aflăm astfel că o frunză bătrînă circumnutează pe un spaţiu mai mic, cel puţin atunci cînd absoarbe carbonat de amoniu, întrucît este probabil ca această absorbţie să stimuleze creşterea şi astfel să provoace din nou circumnutaţia. Nu s-a stabilit dacă ridicarea firului subţire de sticlă, care era fixat de faţa inferioară a frunzei, a rezultat din faptul că marginea i s-a încovoiat puţin (după cum se întîmplă în general) sau din ridicarea peţiolului.

Pentru a afla dacă tentaculele sau perii glandulari circumnutează, faţa inferioară a unei frunze tinere cu tentaculele cele mai centrale încă neîncovoiate a fost fixată cu şelac de un beţişor plat înfipt în nisip argilos, umed şi compact. Planta a fost pusă la microscop cu platina îndepărtată şi cu un micrometru ocular, avînd fiecare diviziune de 0,05 mm. Trebuie arătat că pe măsură ce frunzele îmbătrînesc, tentaculele din rîndurile exterioare se apleacă în afară şi în jos, ca pînă în cele din urmă să se aplece mult sub orizontală. Un tentacul din rîndul al doilea de la margine a fost ales pentru observaţie, şi s-a constatat că el se mişcă înspre partea externă cu viteza de 0,05 mm în 20 min sau cu 0,25 mm într-o oră şi 40 min ; deoarece însă s-a deplasat de asemenea dintr-o parte într-alta cu 0,05 mm, mişcarea era probabil una de circumnutaţie modificată. Un tentacul al unei frunze bătrîne a fost apoi observat în acelaşi fel. În 15 minute după ce a fost pus la microscop el se mişcase circa 0,025 mm. În cursul următoarelor 7 ore şi 30 min el a fost privit de repetate ori şi în tot acest timp nu s-a deplasat decît cu încă 0,025 mm ; şi această mică mişcare poate să se fi datorat tasării nisipului umed (în care stătea planta), cu toate că nisipul fusese presat în jos cu putere. De aceea putem conchide că atunci cînd sînt bătrîne, tentaculele nu circumnutează ; totuşi, acest tentacul era atît de sensibil, încît în 23 de secunde după ce glanda îi fusese de-abia atinsă cu o bucăţică de carne crudă el a început să se curbeze spre interior. Acest fapt este de oarecare importanţă, deoarece pare să arate că încovoierea tentaculelor, provenită din stimulul substanţei animale absorbită (şi fără îndoială din cel al atingerii cu vreun obiect), nu este datorată circumnutaţiei modificate.

15) *Dionaea muscipula* (*Droseraceae*). — Ar trebui stabilit de la început că, într-un stadiu timpuriu de dezvoltare, frunzele au cei doi lobi strîns alipiţi. La început aceştia sînt îndreptaţi înapoi înspre centrul plantei ; ei se ridică însă treptat şi curînd stau în unghi drept faţă de peţiol, iar în cele din urmă în linie aproape dreaptă cu el. Unei frunze tinere, care împreună cu peţiolul nu era lungă decît de 3 cm, i s-a fixat [pe faţa] externă un fir de sticlă, de-a lungul nervurii mediane al lobilor încă închişi, care proeminau în unghi drept faţă de peţiol. Seara această frunză a completat o elipsă în decurs de 6 ore. În ziua următoare (25 septembrie), mişcările au fost înregistrate timp de 22 de ore ; şi vedem în figura 106 că frunza s-a deplasat în aceeaşi direcţie generală, datorită îndreptării frunzei, însă [a descris] o linie foarte mult în zigzag. Linia reprezintă mai multe elipse alungite sau modificate. De aceea nu poate exista îndoială că această frunză tînără circumnutează.

O frunză relativ bătrînă, întinsă orizontal, cu un fir de sticlă fixat pe faţa inferioară de-a lungul nervurii mediane, a fost observată timp de 7 ore. Ea aproape că nu s-a mişcat, însă cînd unul din perii săi senzitivi a fost atins, lobii s-au închis, deşi nu foarte repede. S-a făcut un punct nou pe placa de sticlă, însă în decurs de 14 ore şi 20 min nu se vedea aproape nici o schimbare în poziţia firului de sticlă. De aceea putem deduce că o frunză bătrînă, şi numai moderat de sensibilă, nu circumnutează în mod evident ; vom vedea însă curînd că nu înseamnă de loc că o asemenea frunză este nemişcată în mod absolut. Mai putem deduce că stimularea produsă de o atingere nu provoacă din nou o circumnutaţie simplă.

Unei alte frunze pe deplin dezvoltată i s-a fixat pe faţa externă un fir de sticlă de-a lungul unei părţi a nervurii mediane şi paralel cu ea, aşa încît firul de sticlă să nu se mişte dacă lobii se închid. Trebuie arătat mai întîi că, cu toate că o atingere a unuia din perii unei frunze viguroase o face să se închidă repede, adesea aproape instantaneu, totuşi, atunci cînd o bucăţică de carne umedă sau puţină soluţie de carbonat de amoniu este pusă pe lobi,

ei se închid atît de încet încît în general este nevoie de 24 de ore pentru desăvîrșirea acestui act. Frunza de mai sus a fost observată mai întîi timp de 2 ore și 30 min, și nu a circumnutat; ar fi trebuit să fi fost observată însă pe o perioadă mai lungă, cu toate că, după cum am văzut, o frunză tînără a completat o elipsă destul de mare în 2 ore. O picătură dintr-o infuzie de carne crudă a fost pusă apoi pe frunză și în curs de 2 ore firul subțire de sticlă s-a ridicat puțin, ceea ce înseamnă că lobii începuseră să se închidă și poate

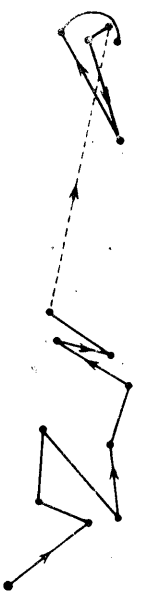


Fig. 106. — *Dionaea muscipula.* Circumnutația unei frunze tinere și în curs de desfacere, înregistrată în întuneric pe o placă de sticlă orizontală de la amiaza zilei de 24 septembrie pînă la 25 septembrie, ora 10; vîrful frunzei era la 33,75 cm de placa de sticlă, așa încît desenul este mult mărit.

că pețiolul începuse să se ridice. El a continuat să se ridice extrem de încet în următoarele 8 ore și 20 min. Poziția ghiveciului a fost apoi schimbată puțin (la ora 7,15 în 24 septembrie) și încă o picătură din infuzie a fost pusă și un nou desen a fost început (fig. 107). La ora 22,50 firul de sticlă nu se ridicase decît puțin mai mult și s-a aplecat în timpul nopții.

Fig. 107. — *Dionaea muscipula.* Închiderea lobilor și circumnutația unei frunze pe deplin dezvoltate, înregistrate în întuneric de la 24 septembrie, ora 7,15, pînă la 26 septembrie ora 9, în timpul absorbției unei infuzii de carne crudă; vîrful frunzei era la 11,25 cm de placa de sticlă verticală; figura a fost redusă la două treimi din mărimea inițială.

În dimineața următoare lobii se închideau mai repede și la ora 17 era evident că se închiseseră mult; la ora 20,48′ închiderea era și mai evidentă, iar la ora 22,45′ dinții marginali erau intricați. În timpul nopții frunza s-a aplecat puțin, iar în dimineața următoare (în 25) la ora 7 lobii erau complet închiși. După cum se vede în figură, drumul urmat era puternic în zigzag, ceea ce arată că închiderea lobilor era combinată cu cirumnutația întregii frunze; și, avînd în vedere că frunza nu se mișcase timp de 2 ore și 25 min, înainte de a fi primit infuzia nu poate exista îndoială că absorbirea substanței animale a făcut-o să circumnuteze. În următoarele patru zile frunza a fost observată în mod întîmplător, însă ea a fost ținută într-un loc puțin prea răcoros; totuși ea a continuat să circumnuteze în mică măsură, dar lobii au rămas închiși.

În lucrările de botanică se afirmă uneori că noaptea lobii se închid sau dorm; aceasta este însă o eroare. Pentru a verifica această afirmație, fire foarte lungi de sticlă au fost fixate în interiorul celor doi lobi a trei frunze, iar distanțele dintre vîrfurile lor au fost măsurate la amiază și noaptea; însă nici o diferență nu a putut fi detectată.

Observațiile anterioare se referă la mișcările întregii frunze, însă lobii se mișcă independent de pețiol și par să se deschidă și să se închidă în mod continuu, în mică măsură. O frunză

aproape deplin dezvoltată (ulterior dovedită ca foarte sensibilă la atingere) stătea aproape orizontal, așa încît prin înfigerea unui ac lung și subțire prin peţiolul foliaceu aproape de limb el a fost imobilizat. Planta, cu un mic triunghi de hîrtie fixat de unul din dinţii marginali, a fost pusă la un microscop care avea un micrometru ocular, fiecare diviziune a acestuia reprezentînd 0,05 mm. S-a văzut acum că vîrful triunghiului de hîrtie era într-o ușoară mișmișcare constantă, deoarece în 4 ore el a parcurs nouă diviziuni, adică 0,45 mm, iar după alte zece ore el s-a întors și a parcurs 0,25 mm în direcţie opusă. Planta a fost ţinută într-un loc puţin cam prea răcoros și în ziua următoare ea s-a mișcat ceva mai puţin, anume cu 0,05 mm în 3 ore și cu 0,1 mm în direcţie opusă în decursul următoarelor 6 ore. De aceea cei doi lobi par să se închidă și să se deschidă în mod constant, cu toate că pe o distanţă foarte mică; întrucît trebuie să ne reamintim că micul triunghi de hîrtie fixat de dintele marginal i-a sporit lungimea, el a mărit astfel mișcarea într-o mică măsură. Observaţii similare — cu deosebirea importantă că peţiolul a fost lăsat liber și că planta a fost ţinută la o temperatură ridicată — au fost făcute asupra unei frunze care era sănătoasă, însă atît de bătrînă încît nu s-a închis atunci cînd perii senzitivi i-au fost atinși în mod repetat, cu toate că, judecînd după alte cazuri, ea s-ar fi închis încet dacă ar fi fost stimulată de o substanţă animală. Vîrful triunghiului era în mișcare aproape constantă, uneori într-o direcţie, iar alteori într-alta; și a parcurs de trei ori cîte cinci diviziuni de micrometru (adică 0,025 mm) în 30 min. Această mișcare pe o scară atît de mică ar putea cu greu fi comparată cu circumnutaţia obișnuită; ea însă ar putea fi comparată cu liniile în zigzag și micile bucle prin care elipsele mai mari făcute de alte plante sînt adesea întrerupte.

În primul capitol al acestui volum au fost descrise mișcările oscilatorii remarcabile ale hipocotilului circumnutant de varză. Frunzele de *Dionaea* prezintă același fenomen, care este uimitor atunci cînd este privit cu un obiectiv slab (obiectiv de 5 cm) și cu un micrometru ocular, fiecare diviziune (0,05 mm) a acestuia apărînd ca un spaţiu relativ larg. Frunzei tinere nedeschise, a cărei mișcare de circumnutaţie a fost înregistrată (fig. 106), i se fixase perpendicular un fir subţire de sticlă; mișcarea vîrfului a fost observată în seră (temperatura de 29—30°C) cu lumina care venea numai de sus și fără nici un curent lateral de aer. Uneori vîrful parcurgea una sau două diviziuni de micrometru, cu o viteză imperceptibil de redusă; în general însă el se deplasa înainte cu tresăriri sau salturi rapide de 0,05 mm sau 0,075 mm, iar într-un caz de 0,1 mm. După fiecare smucitură înainte, vîrful se trăgea înapoi relativ încet, parte din distanţa care tocmai fusese cîștigată; și apoi, după foarte scurt timp, făcea un alt salt înainte. Într-un caz s-a văzut cum, pe lîngă cîteva oscilaţii minore, au avut loc patru salturi evidente înainte, cu patru retrageri mai încete în exact un minut. În măsura în care putem aprecia, liniile de maintare și cele de retragere nu au coincis, și, dacă este așa, atunci de fiecare dată au fost descrise elipse extrem de mici. Uneori vîrful rămînea timp scurt fără mișcare. În timpul celor cîteva ore de observaţie mersul lui a fost în general în două direcţii opuse, așa încît frunza probabil că circumnuta.

O frunză mai bătrînă cu lobii deplin desfăcuţi, și care ulterior s-a dovedit ca foarte sensibilă la atingere, a fost apoi observată în același fel, numai cu deosebirea că planta a fost ţinută într-o cameră cu temperatura mai scăzută. Vîrful a oscilat înainte și înapoi, la fel ca mai înainte; însă salturile înainte erau mai mici, adică de circa 0,0025 mm, și perioadele de repaus erau mai lungi. Deoarece părea posibil ca mișcările să se fi datorat unor curenţi de aer, s-a ţinut o lumînare de ceară aproape de frunză în timpul uneia din perioadele de imobilitate, însă nici o oscilaţie nu a fost astfel cauzată. Totuși, după 10 minute, au început oscilaţii viguroase, datorită probabil faptului că planta a fost stimulată astfel prin încălzire. Lumînarea a fost apoi îndepărtată și curînd oscilaţiile au încetat; totuși, cînd a fost examinată din nou, după un interval de o oră și 30 min, ea a oscilat din nou. Planta a fost dusă înapoi în seră și în dimineaţa următoare s-a văzut că ea mai oscila, deși nu prea tare. O altă frunză bătrînă, însă sănătoasă, care nu mai era de loc sensibilă la atingere, a fost de asemenea observată în seră timp de două zile și firul de sticlă fixat de ea a executat multe salturi înainte de circa 0,05 mm sau de numai 0,025 mm.

În sfîrșit, pentru a determina dacă lobii au oscilat independent de peţiol, peţiolul unei frunze bătrîne aproape de limb a fost lipit cu șelac de vîrful unui beţișor înfipt în pămînt. Însă, înainte de a face aceasta, frunza a fost observată și s-a constatat că ea oscila sau sălta viguros; iar după ce a fost lipită de beţișor, oscilaţiile de aproximativ 0,05 mm încă mai continuau. În ziua următoare pe frunză a fost pusă puţină infuzie de carne crudă, ceea ce a făcut ca în decurs de două zile lobii să se apropie între ei foarte încet; iar oscilaţiile au

continuat în tot acest timp precum și în următoarele două zile. După alte nouă zile frunza a început să se deschidă, iar marginile erau puțin răsfrînte spre exterior și acum vîrful firului subțire de sticlă nu s-a mai mișcat lungi perioade de timp, iar apoi s-a deplasat înapoi și înainte încet și fără salturi pe o distanță de circa 0,025 mm. Totuși, după încălzirea frunzei cu o lumînare ținută în apropierea ei, mișcarea în salturi a reînceput.

Aceeași frunză fusese observată cu 2½ luni anterior și atunci s-a constatat că ea oscila sau se mișca în salturi. Putem deduce de aceea că acest fel de mișcare continuă noaptea și ziua în cursul unei foarte lungi perioade de timp, și că mișcarea în salturi este comună frunzelor tinere nedesfăcute ca și frunzelor așa de bătrîne încît își pierd sensibilitatea la atingere, însă care sînt capabile să absoarbă substanța azotoasă. Acest fenomen este foarte interesant atunci cînd se manifestă în mod net, ca la frunza tînără care a fost tocmai descrisă. Adesea el ne-a făcut să ne gîndim la efortul unui mic animal care se zbate să scape dintr-o constrîngere.

16) *Eucalyptus resinifera* (*Myrtaceae*, fam. 94). — O frunză tînără, care împreună cu pețiolul ei era lungă de 5 cm, a fost produsă de un lăstar lateral dintr-un arbore tăiat; frunza aceasta a fost observată în modul obișnuit [descris]. Limbul nu luase încă poziția

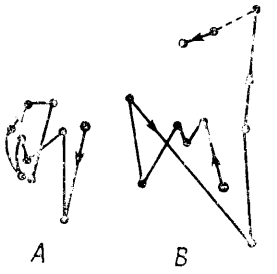


Fig. 108. — *Eucalyptus resinifera*. Circumnutația unei frunze; în *A* înregistrată la 8 iunie, de la ora 6,40 pînă la ora 13; în *B* de la 8 iunie, ora 13, pînă la 9 iunie, ora 8,30; vîrful frunzei era la 36,25 cm de placa de sticlă orizontală, așa încît figurile au fost mult mărite.

sa verticală. La 7 iunie nu s-au făcut decît cîteva observații, iar desenul a arătat numai că frunza s-a deplasat de trei ori în sus și de trei ori în jos. În ziua următoare ea a fost observată mai des, făcîndu-se două desene (fig. 108, *A* și *B*) deoarece unul singur ar fi fost prea complicat. Vîrful și-a schimbat mersul de 13 ori în decurs de 16 ore, mai ales în sus și în jos, însă și cu o oarecare mișcare laterală. De fapt mișcarea a fost unică în ori care din aceste direcții.

17) *Dahlia* (var. de grădină) (*Compositae*, fam. 122). — O frunză tînără, frumoasă, lungă de 14,375 cm, produsă de o plantă tînără înaltă de 60 cm, care creștea viguros într-un ghiveci mare, a fost îndreptată într-un unghi de aproximativ 45° sub orizontală. În 18 iunie frunza s-a aplecat de la ora 10 pînă la 11,35 (fig. 109); apoi ea s-a ridicat mult pînă la ora 18, această ridicare fiind probabil datorată luminii venind numai de sus. Frunza s-a deplasat în zigzag între orele 18 și 22,35 și s-a ridicat puțin în cursul nopții. Trebuie remarcat că distanțele verticale în partea inferioară a diagramei sînt mult exagerate, deoarece la început frunza s-a aplecat sub orizontală, iar ulterior, după ce s-a aplecat în jos, firul de sticlă era îndreptat într-o linie foarte oblică față de placa de sticlă. Ziua următoare frunza s-a aplecat de la ora 8,20′ pînă la ora 19,15, pe urmă a mers în zigzag și s-a ridicat foarte mult în cursul nopții. În dimineața zilei de 20 frunza începea probabil să se aplece, cu toate că în diagramă linia scurtă este orizontală. Distanțele însăși parcurse de vîrful frunzei erau foarte mari, însă nu puteau fi calculate cu certitudine. Din mersul urmat a doua zi, cînd planta se acomodase la lumina de sus, nu poate există vreo îndoială că frunzele executau zilnic o mișcare periodică, aplecîndu-se ziua și ridicîndu-se noaptea.

18) *Mutisia clematis* (*Compositae*). — Frunzele se termină cu cîrcei și circumnutează ca cele ale altor purtătoare de cîrcei; această plantă este însă menționată aici din cauza unei afirmații eronate[12] care a fost publicată, și anume că frunzele se apleacă noaptea și se ridică în cursul zilei. Frunzele care s-au comportat în acest fel au fost ținute cîteva zile într-o cameră dinspre nord și nu au fost luminate suficient. De aceea o plantă a fost lăsată nederanjată în seră, și unghiurile a trei frunze au fost măsurate la amiază și la ora 22. Toate trei s-au aplecat puțin sub orizontală la amiază, însă în timpul nopții una forma un

[12] *The Movements and Habits of Climbing Plants*, 1875, p. 118.

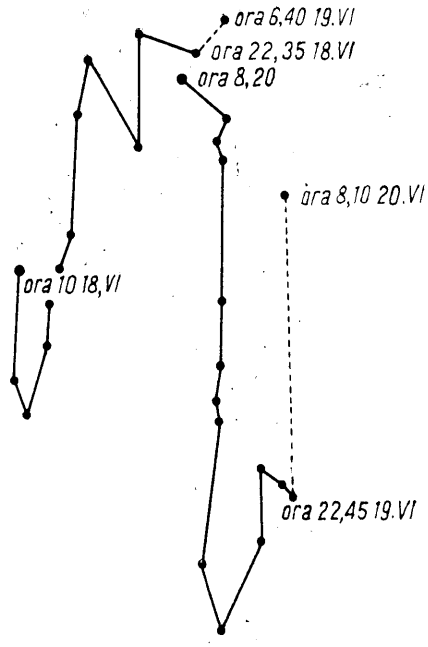


Fig. 109. — *Dahlia.* Circumnutația frunzelor a fost înregistrată de la 18 iunie, ora 10, la 20 iunie, ora 8,10, cu o întrerupere de o oră și 40 min în dimineața zilei de 19 iunie; datorită faptului că firul subțire de sticlă era îndreptat prea mult înspre una din părți, ghiveciul a trebuit deplasat puțin; de aceea, poziția relativă a celor două desene este oarecum arbitrară; aici desenul a fost redus la o cincime din mărimea inițială; vîrful frunzei era la 22,5 cm de placa de sticlă în sensul înclinației plăcii și la 11,875 cm în linie orizontală.

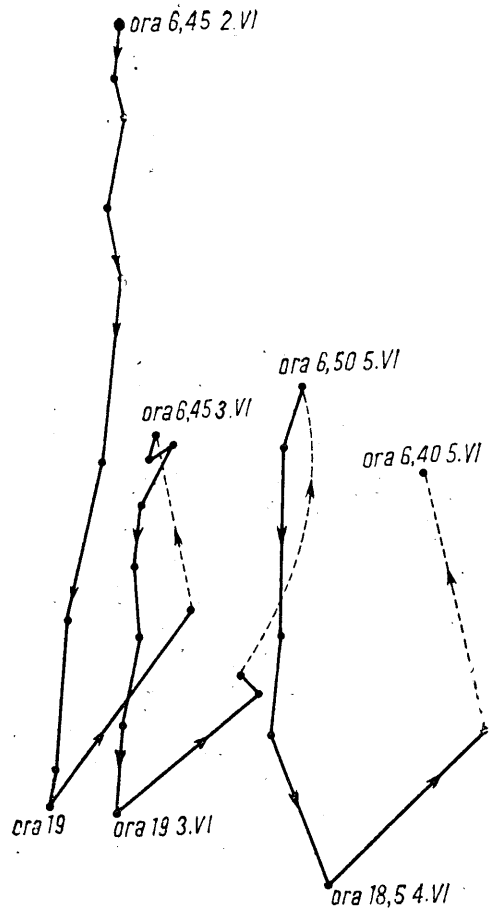


Fig. 110. — *Cyclamen persicum.* Circumnutația unei frunze, înregistrată de la 2 iunie, ora 6,45, pînă la 5 iunie, ora 6,40; vîrful frunzei era la 15,5 cm de placa de sticlă verticală.

unghi de 2°, a doua cu 21° și a treia cu 10° mai sus decît la amiază; așa că, în loc de a se apleca, noaptea ele se ridică puțin.

19) *Cyclamen persicum* (*Primulaceae*, fam. 135). — O frunză tînără, lungă de 4,5 cm cu pețiol cu tot, produsă de un tubercul bătrîn, a fost observată timp de trei zile în modul obișnuit (fig. 110). În prima zi frunza s-a aplecat mai mult decît ulterior, după cît se pare din cauză că s-a adaptat la lumina venind de sus. În toate cele trei zile ea s-a aplecat din zorii zilei pînă pe la ora 19, iar de la acea oră și în timpul nopții ea s-a ridicat, mersul ei fiind ușor în zigzag. Mișcarea era astfel strict periodică. Ar trebui notat că frunza s-ar fi aplecat în fiecare seară puțin mai jos decît a făcut-o, dacă firul subțire de sticlă nu s-ar fi rezemat de marginea ghiveciului între orele 17 și 18. Amplitudinea mișcării a fost mare, deoarece, dacă presupunem că întreaga frunză pînă la baza pețiolului s-ar fi aplecat, desenul s-ar fi mărit cu ceva mai puțin decît de cinci ori, ceea ce ar fi dat vîrfului o ridicare și aplecare de 12,5 cm, cu o oarecare mișcare laterală. Totuși, această amplitudine nu ar atrage atenția fără ajutorul unui desen sau a unei măsurători de un fel oarecare.

20) *Allamanda Schotii* (*Apocyneae*, fam. 144). — Frunzele tinere ale acestei tufe sînt alungite, cu limbul aplecat atît de mult în jos, încît formează aproape un semicerc. Coarda care pornește de la vîrful limbului pînă la baza pețiolului unei frunze tinere lungă de 11,875 cm forma la ora 14,50, în ziua de 5 decembrie, un unghi de 13° sub orizontală, însă pînă la ora 21,30 limbul se îndreptase deosebit de mult, ceea ce implică ridicarea vîrfului, așa încît coarda era acum la 37° deasupra orizontalei; limbul se ridicase deci cu 50°. Ziua următoare s-au făcut măsurători unghiulare similare ale aceleiași frunze; și, la amiază, coarda era de 36° sub orizontală, iar la ora 21,30 cu 3,5° deasupra ei, așa că el se ridicase cu 39,5°. Cauza principală a mișcării de ridicare rezidă în îndreptarea limbului, însă pețiolul scurt se ridica doar cu 4—5°. În a treia noapte coarda era cu 35° deasupra orizontalei și dacă frunza ar fi ocupat aceeași poziție la amiază, ca în ziua precedentă, ea s-ar fi ridicat cu 71°. La frunze mai bătrîne nu s-a putut detecta nici o asemenea schimbare a curbării. Planta a fost apoi adusă în casă și ținută într-o cameră spre nord-est, însă noaptea nu a avut loc nici o schimbare în curbarea frunzelor tinere; așa că expunerea prealabilă la o lumină puternică pare să fie necesară pentru schimbarea periodică a curbării limbului și pentru ușoara ridicare a pețiolului.

21) *Wigandia* (*Hydroleaceae*, fam. 149). — Prof. Pfeffer ne informează că frunzele acestei plante se ridică seara; deoarece însă nu știm dacă ridicarea lor este sau nu este mare, această specie poate că nu ar trebui clasată printre plantele care dorm.

22) *Petunia violacea* (*Solaneae*, fam. 157). — O frunză foarte tînără, lungă de numai 1,875 cm, foarte curbată în sus, a fost observată timp de patru zile. În tot acest timp ea s-a aplecat în afară și în jos, pentru a deveni din ce în ce mai aproape de orizontală. Linia în zigzag foarte pronunțată din figura 111 de mai jos arată că aceasta s-a realizat prin circumnutație modificată; iar în ultima parte a timpului de observație frunza a efectuat o circumnutație puternică obișnuită. În această diagramă mișcarea este mărită de 10 pînă la 11 ori. Ea prezintă o urmă evidentă de periodicitate, deoarece frunza s-a ridicat puțin în fiecare seară; însă această tendință în sus părea să fie aproape învinsă de tendința frunzei de a fi cu atît mai orizontală, cu cît îmbătrînirea. Unghiurile pe care două frunze mai bătrîne le-au format împreună au fost măsurate seara și în jurul orei prînzului în 3 zile consecutive, și în fiecare noapte unghiul se micșora puțin, cu toate că în mod neregulat.

23) *Acanthus mollis* (*Acanthaceae*, fam. 168). — Cea mai tînără dintre cele două frunze produsă de o plantulă lungă de 5,625 cm cu pețiol cu tot a fost observată timp de 47 de ore. De timpuriu în fiecare din cele trei dimineți. Vîrful frunzei s-a aplecat și a continuat să se aplece pînă la ora 15, în cele două după-amiezi în care a fost observată. După ora 15 ea s-a ridicat mult și a continuat să se ridice a doua noapte, pînă la începutul dimineții. În prima noapte însă ea s-a aplecat în loc să se ridice și fără îndoială că aceasta se datora faptului că frunza era foarte tînără și că devenea din ce în ce mai orizontală prin creștere epinastică, deoarece în diagramă (fig. 112) se poate vedea că frunza era la un nivel mai ridicat în prima zi decît în cea de-a doua zi. Frunzele unei specii înrudite (*A. spinosus*) se ridicau cu siguranță în fiecare noapte, iar atunci cînd într-un caz ele au fost măsurate între amiază și ora 20,15, ridicarea lor a fost de 10°. Această ridicare se datora mai ales sau exclusiv îndreptării limbului și nu mișcării pețiolului. Putem conchide de aceea că frunzele de *Acanthus* circumnutează periodic, aplecîndu-se dimineața și ridicîndu-se după masă și noaptea.

24) *Cannabis sativa* (*Cannabineae*, fam. 195). — Avem aici un caz rar de frunze care seara se mişcă în jos, însă nu într-o suficientă măsură pentru a se putea spune că dorm[13]. Dis-de-dimineaţa sau la sfîrşitul nopţii ele se mişcă în sus. De exemplu, toate frunzele tinere din apropierea vîrfurilor mai multor tulpini erau aproape orizontale la 29 mai ora 8, iar

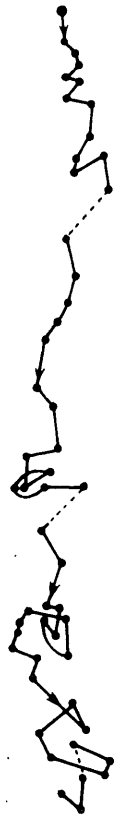


Fig. 111. — *Petunia violacea*. Mişcarea în jos şi circumnutaţia unei frunze foarte tinere, înregistrate de la 2 iunie, ora 10, pînă la 6 iunie ora 9,20.

N. B. La 5 iunie, ora 6,40 a fost nevoie să mişc puţin ghiveciul şi să încep un nou desen la punctul unde în diagramă două puncte nu sînt unite; vîrful frunzei era la 17,5 cm de placa de sticlă verticală; temperatura în general a fost de 17,5°C.

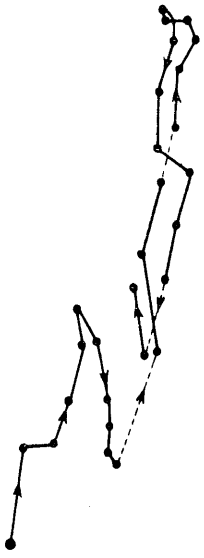


Fig. 112. — *Acanthus mollis*. Circumnutaţia unei frunze tinere, înregistrată de la 14 iunie, ora 9,20 pînă la 16 iunie, ora 8,30; vîrful frunzei era la 27,50 cm de placa de sticlă verticală, aşa încît mişcarea a fost mult mărită; figura a fost redusă la jumătate din mărimea iniţială; temperatura de 15—16,5°C.

[13] Lucrarea dr-lui Carl Kraus *Beiträge zur Kenntnis er Bewegungen Wachsen der Laubblätter*, „Flora", 879, p. 66, ne-a făcut să observăm această plantă. Regretăm că nu am putut să înţelegem deplin unele părţi din această lucrare.

la ora 22,30′ ele erau mult aplecate. Într-o zi ulterioară, două frunze erau la ora 14 cu 21° și 12° sub orizontală, iar la ora 20 cu 38° dedesubtul ei. Alte două frunze de pe o plantă mai tînără erau orizontale la ora 14, iar la ora 22 s-au aplecat cu 36° sub orizontală. În privința acestei mișcări în jos a frunzelor, Kraus este de părere că ea este datorată creșterii ei epinastice. El adaugă că în timpul zilei frunzele sînt relaxate și sub tensiune în timpul nopții, atît pe timp ploios, cît și la soare.

25) *Pinus pinaster* (*Coniferae*, fam. 223). — Frunzele de pe vîrfurile lăstarilor terminali stau la început într-un mănunchi aproape drept în sus, curînd însă ele se apleacă și devin, pînă în cele din urmă, aproape orizontale. Mișcările unei frunze tinere, lungă de aproape 2,5 cm, de pe vîrful unei plantule înaltă de numai 7,5 cm, au fost înregistrate devreme în dimineața zilei de 2 iunie, pînă în seara zilei de 7 iunie. În timpul acestor cinci zile frunza s-a curbat, iar vîrful său s-a aplecat la început într-o linie aproape dreaptă; însă în decursul ultimelor două zile frunza s-a deplasat atît de mult în zigzag, încît era evident că ea a circumnutat. Aceeași mică plantă a fost din nou observată timp de 4 zile, atunci cînd a crescut pînă la înălțimea de 7,5 cm. Un fir de sticlă a fost fixat transversal de vîrful unei frunze lungă de 2,5 cm și care se curbase de acum mult față de poziția ei verticală de la început. Frunza a continuat să devieze (fig. 113, *A*) și să se aplece de la 31 iulie, ora 11,45, pînă la 1 august, ora 6,40. În ziua de 1 august ea a circumnutat în

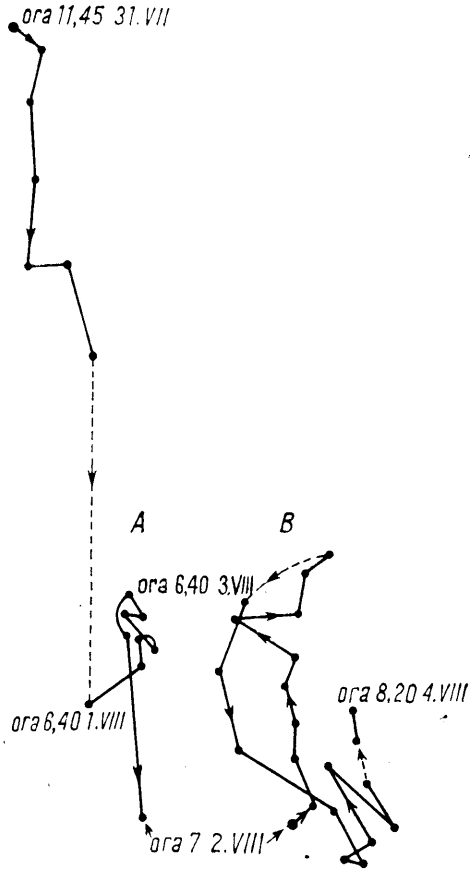


Fig. 113. — *Pinus pinaster*. Circumnutația unei frunze tinere, înregistrată de la 31 iulie, ora 11,45, pînă la 4 august, ora 8,20; la 2 august, ora 7, ghiveciul a fost mutat mai la o parte cu 2,5 cm, așa încît desenul constă din două figuri; vîrful frunzei era la 36,25 cm de placa de sticlă verticală, așa încît mișcările sînt mult mărite.

jurul aceluiași mic spațiu și s-a aplecat iarăși noaptea. Dimineața următoare ghiveciul a fost mișcat cu aproape 2,5 cm spre dreapta și un nou desen a fost început (*B*). Din acest moment, adică de la 2 august, ora 7 și pînă la 4 august, ora 8,20 frunza a circumnutat în mod evident. Din diagramă nu reiese că frunzele s-au mișcat periodic, deoarece mersul descendent în decursul primelor două nopți era evident datorat creșterii epinastice, iar la sfîrșitul observațiilor noastre frunza nu era nici pe departe atît de orizontală cum ar fi devenit pînă în cele din urmă.

Pinus austriaca. — Două frunze lungi de 7,5 cm, însă nu complet crescute, produse de un lăstar lateral de pe un arbore tînăr, înalt de 90 cm, au fost observate timp de 29 de ore (31 iulie) în acelaşi fel ca şi frunzele speciei precedente. Ambele aceste frunze au circumnutat cu siguranţă, executînd în perioada de mai sus două sau două şi jumătate mici elipse neregulate.

26) *Cycas pectinata* (*Cycadeae*, fam. 224). — O frunză tînără, lungă de 28,75 cm, ale cărei foliole nu se deschiseseră decît recent, a fost observată timp de 47 de ore şi 30 min. Peţiolul principal a fost legat de un beţişor la baza celor două foliole terminale. De una din

Fig. 114. — *Cycas pectinata.* Circumnutaţia uneia dintre foliolele terminale, înregistrată de la 22 iunie ora 8,30, pînă la 24 iunie, ora 8; vîrful foliolei era la 19,375 cm de placa de sticlă verticală, aşa încît desenul nu a fost mărit considerabil, iar aici este redus la o treime din scara iniţială; temperatura de 19—21°C.

aceste din urmă, lungă de 9,375 cm, s-a fixat un fir de sticlă; foliola era curbată mult în jos, deoarece partea terminală era întoarsă în sus; firul de sticlă proemina aproape orizontal. Foliola s-a mişcat mult şi periodic (fig. 114); deoarece ea s-a aplecat pînă la ora 19 şi s-a ridicat în timpul nopţii, aplecîndu-se iarăşi în dimineaţa următoare după ora 6,40. Liniile descendente formau un zigzag accentuat, şi probabil că aşa s-ar fi prezentat şi liniile ascendente, dacă ar fi fost înregistrate toată noaptea.

CIRCUMNUTAŢIA FRUNZELOR: MONOCOTILEDONATE

27) *Canna Warscewiczii* (*Cannaceae*, fam. 2). — Mişcările unei frunze tinere, lungă de 20 cm şi lată de 8,750 cm, produsă de o plantă tînără viguroasă, au fost observate timp de 45 de ore şi 50 min, după cum se vede în figura 115. Ghiveciul a fost mişcat uşor circa

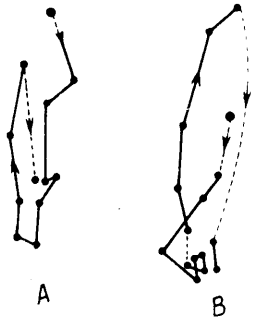


Fig. 115. — *Canna warscewiczii.* Circumnutaţia unei frunze; *A*, înregistrată de la 10 iunie, ora 11,30, pînă la 11 iunie, ora 6,40; *B* de la 11 iunie, ora 6,40, pînă la 12 iunie, ora 8,40; vîrful frunzei era la 22,50 cm de placa de sticlă verticală.

2,5 cm spre dreapta în dimineaţa zilei de 11 iunie, deoarece o singură figură ar fi fost prea complicată; cele două figuri sînt însă în continuare în timp. Mişcarea era periodică, întrucît frunza s-a aplecat dis-de-dimineaţă pînă pe la ora 17, şi s-a ridicat în restul serii şi în timpul

unei părți din noapte. În seara zilei de 11 ea a efectuat, un timp, o circumnutație de mică amploare, în jurul aceluiași punct.

28) *Iris pseudo-acorus* (*Irideae*, fam. 10). — Mișcările unei frunze tinere, ridicîndu-se cu 32,5 cm deasupra apei în care creștea planta, au fost înregistrate timp de 27 de ore și 30 min, după cum se vede în figura 117. Ea a efectuat o circumnutație evidentă, cu toate că numai în mică amploare. În a doua dimineață, între orele 6,40 și 14 (la care oră [se oprește traseul] din figură), vîrful și-a schimbat mersul de cinci ori. În decursul următoarelor 8 ore și 40 min frunza s-a deplasat mult în zigzag, și s-a aplecat pînă la punctul cel

Fig. 116. — *Iris pseudacorus*. Circumnutația unei frunze, înregistrată de la 28 mai, ora 10,30, pînă la 29 mai, ora 14 ; înregistrarea a continuat pînă la ora 23, fără a fi redată aici ; vîrful frunzei era la 30 cm sub placa de sticlă orizontală, așa încît imaginea a fost mult mărită ; temperatura era de 15—16°C.

mai de jos din figură, executînd în drumul ei două elipse foarte mici ; însă dacă aceste linii ar fi fost adăugate la diagramă, aceasta ar fi fost prea complicată.

29) *Crinum capense* (*Amaryllideae*, fam. 11). — Frunzele acestei plante sînt remarcabile prin faptul că ele sînt foarte lungi și înguste ; s-a constatat că, măsurată, o frunză era lungă de 132,5 cm și lată la bază de numai 3,5 cm. Frunzele foarte tinere stau aproape vertical în sus pînă la înălțimea de circa 30 cm ; ulterior vîrfurile încep să se răsfrîngă și

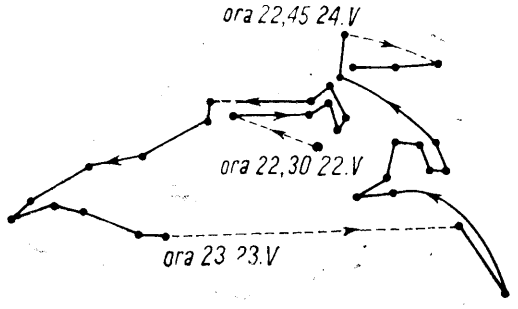


Fig. 117. — *Crinum capense*. Circumnutația vîrfului atîrnînd al unei frunze tinere, înregistrată pe un clopot de sticlă de la 22 mai, ora 10,30, pînă la 25 mai, ora 10,15 ; figura nu a fost mult mărită.

apoi ele atîrnă vertical în jos, continuînd astfel să crească. S-a ales o frunză relativ tînără, al cărui vîrf ascuțit atîrnînd nu avea decît 13,75 cm lungime, partea bazală verticală fiind înaltă de 50 cm, însă pînă în cele din urmă această parte se va mai scurta și se va recurba și mai mult. Deasupra plantei a fost așezat un clopot mare de sticlă care avea marcat un punct negru pe una din părți ; s-a adus vîrful atîrnînd al frunzei în linie cu acest punct, iar figura alăturată (fig. 117) a fost înregistrată pe cealaltă parte a clopotului în decurs de două zile și jumătate. În prima zi (în ziua de 22) vîrful s-a deplasat lateral mult spre stînga, poate ca urmare a faptului că planta a fost deranjată ; și aci nu este dat decît ultimul punct făcut la ora 22,30 din această zi. După cum vedem în această figură, nu există îndoială că vîrful acestei frunze a circumnutat.

De-a curmezișul vîrfului unei frunze și mai tinere, care stătea vertical în sus și era încă dreaptă, a fost fixat oblic un fir subțire de sticlă de care au fost prinse mici triunghiuri de hîrtie. Mișcările frunzei au fost înregistrate de la 22 mai ora 15, pînă la 25 mai ora 10,15′. Frunza creștea rapid, așa încît vîrful s-a ridicat foarte mult în timpul acestei perioade ; deoarece vîrful a mers mult în zigzag, era evident că frunza a circumnutat, și părea că tinde să formeze cîte o elipsă în fiecare zi. Liniile înregistrate în timpul nopții erau mult mai verticale decît cele înregistrate în cursul zilei, ceea ce arată că desenul ar fi indicat o ridicare nocturnă și o aplecare diurnă, dacă frunza nu ar fi crescut așa de repede. După un interval de șase zile, mișcarea aceleiași frunze (la 31 mai) a fost înregistrată ortogonal cu ajutorul unui cub de lemn (în modul explicat mai înainte), cînd vîrful s-a curbat spre exterior, avînd

o poziție orizontală și făcînd astfel primul pas pentru a deveni atîrnîndă; și astfel s-a stabilit că distanța reală parcursă de către vîrf datorită circumnutației în decurs de 20 de ore și jumătate a fost de 8,25 cm. În timpul următoarelor 24 de ore el a parcurs 6,25 cm. Din această cauză mișcarea de circumnutație a acestei frunze tinere a fost puternic marcată.

30) *Pancratium littorale* (*Amaryllideae*). — Mișcările unei frunze lungi de 22,5 cm și înclinată cu circa 45° deasupra orizontalei au fost mult mărite și înregistrate timp de două zile. În prima zi ea și-a schimbat complet mersul în sus, în jos și lateral de 9 ori în 12 ore, iar figura înregistrată pare să reprezinte cinci elipse. A doua zi frunza a fost observată mai rar și de aceea nu am văzut-o schimbîndu-și mersul decît numai de 6 ori, însă schimbarea se efectua în același mod complicat ca și mai înainte. Deși mișcările au fost de mică amploare, nu poate exista vreo îndoială asupra circumnutației frunzei.

31) *Imatophyllum* vel *clivia* (sp.?) (*Amaryllideae*). — De o frunză a fost fixat un lung fir subțire de sticlă, iar unghiul format de el cu orizontala a fost măsurat întîmplător în decursul a trei zile consecutive. În fiecare dimineață el s-a aplecat pînă la orele 15—16 și s-a ridicat noaptea. Cel mai mic unghi deasupra orizontalei în orice moment a fost de 18°, și cel mai mare de 50°, așa că noaptea s-a ridicat cu numai 2°; însă, deoarece aceasta s-a observat în fiecare zi și întrucît observații similare au fost făcute în fiecare noapte pe o altă frunză de pe o plantă diferită, nu încape îndoială că frunzele se mișcă periodic, cu toate că amplitudinea mișcării a fost mică. Poziția vîrfului cînd stătea cel mai sus era cu 2 cm deasupra punctului celui mai jos.

32) *Pistia stratiotes* (*Aroideae*, fam. 30). — Hofmeister observă că frunzele acestei plante acvatice, plutitoare sînt mai mult ridicate noaptea decît ziua [14]. De aceea am fixat un fir foarte subțire de sticlă de nervura mediană a unei frunze destul de tînără și la 19 septembrie am măsurat de 14 ori unghiul pe care l-a format cu orizontala între orele 9 și 23,50. Temperatura din seră a variat în cursul celor două zile de observație între 18,5 și 23,5°C. La ora 9 firul de sticlă era cu 32° deasupra orizontalei, la ora 15,34 cu 10°, iar la ora 23,50 cu 55°; ultimele două unghiuri fiind [primul] cel mai mic [și al doilea] cel mai mare dintre unghiurile observate în acea zi, diferența dintre ele era de 45°. Ridicarea nu a devenit puternic pronunțată decît între orele 17 și 18. Ziua următoare la ora 8,25 frunza era la numai 10° deasupra orizontalei și a rămas la aproximativ 15° pînă după ora 15; la ora 17,40 ea era la 23°, iar la ora 21,30 la 58°; așa încît ridicarea era mai rapidă în această seară decît în cea precedentă, iar diferența dintre unghiuri era de 48°. Mișcarea este evident periodică și deoarece în prima noapte frunza era de 55°, iar în a doua noapte cu 58° deasupra orizontalei, ea părea că s-a înclinat foarte brusc. După cum vom vedea într-un capitol viitor, acest caz ar fi trebuit inclus poate în categoria plantelor care dorm.

33) *Pontederia* (sp.?) (din munții St. Catharina din Brazilia) (*Pontederiaceae*, fam. 46). — Un fir de sticlă a fost fixat de-a curmezișul vîrfului unei frunze destul de tînără, înaltă de 18,75 cm, iar mișcările vîrfului au fost înregistrate timp de 42 de ore și 30 min (fig. 118).

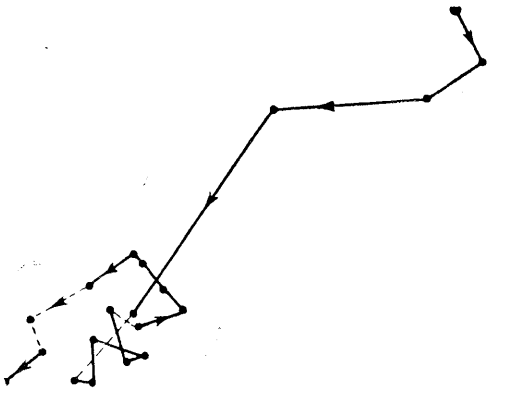


Fig. 118. — *Pontederia* (sp.?). Circumnutația unei frunze, înregistrată de la 2 iulie, ora 16,50, pînă la 4 iulie, ora 10,15; vîrful frunzei era la 41,35 cm de placa de sticlă verticală, așa încît desenul a fost mult mărit; temperatura era de circa 17°C, fiind deci puțin prea joasă.

În prima seară a înregistrării și în timpul nopții frunza s-a aplecat mult. În dimineața următoare ea s-a ridicat într-o linie puternic pronunțată în zigzag și s-a aplecat iarăși seara și în timpul nopții. De aceea, mișcarea părea să fie periodică, dar această concluzie este întrucîtva îndoielnică deoarece o altă frunză, înaltă de 20 cm, părînd mai bătrînă și fiind mai

[14] *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 327.

puternic ridicată, s-a comportat diferit. În primele 12 ore ea a circumnutat pe un spațiu mic, însă în timpul nopții și a întregii zile următoare ea s-a ridicat în aceeași direcție generală, ridicarea fiind efectuată prin oscilații repetate în sus și în jos bine pronunțate.

CRYPTOGAMA

34) *Nephrodium molle* (*Filices*, fam. 1). — Aproape de vîrful unei frunze tinere încă incomplet desfășurată a unei ferige înaltă de 42,5 cm a fost fixat un fir de sticlă, iar mișcările ei i-au fost înregistrate timp de 24 de ore. În figura 119 vedem în mod evident că frunza a circumnutat. Mișcarea ei nu a fost mult mărită, deoarece frunza era așezată aproape de

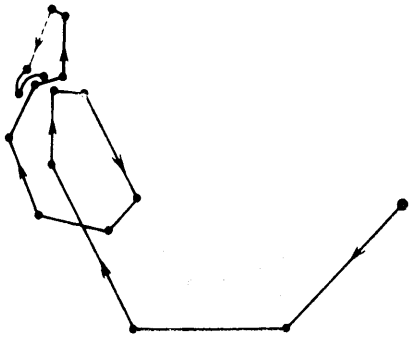


Fig. 119. — *Nephrodium molle*. Circumnutația rahisului, înregistrată de la 28 mai, ora 9,15, pînă la 19 mai, ora 9; această figură a fost redusă la două treimi din mărimea inițială.

placa verticală de sticlă și probabil că mișcarea ar fi fost mai mare și mai rapidă dacă ziua ar fi fost mai călduroasă. Planta a fost scoasă dintr-o seră caldă și observată sub un luminator de tavan, unde temperatura era între 15 și 16°C. Am văzut în primul capitol că o frunză a acestei ferigi, încă ușor lobată și cu un rahis înalt de numai 0,575 cm, circumnuta în mod vizibil [15].

În capitolul despre somnul plantelor se va descrie circumnutația care este evidentă la *Marsilea quadrifolia* (*Marsileaceae*, fam. 4).

S-a arătat de asemenea în capitolul I că o *Selaginella* foarte tînără (*Lycopodiaceae*, fam. 6), înaltă de numai 1 cm, a circumnutat în mod evident; de aceea putem conchide că și plantele mai bătrîne fac același lucru în timp ce cresc.

35) *Lunularia vulgaris* (*Hepaticae*, fam. 11, *Muscales*). Pămîntul dintr-un ghiveci vechi de flori era acoperit cu această plantă purtînd geme. O frunză foarte ridicată care proemina cu 0,75 cm deasupra solului și era lată de 1 cm a fost aleasă pentru observație. Un fir de sticlă de o subțirime extremă, lung de 1,875 cm, cu capătul albit, a fost fixat cu șelac perpendicular pe partea lată a unei frunze, iar un bețișor alb cu o pată foarte mică neagră a fost înfipt în pămînt foarte aproape în dosul extremității firului. Capătul alb a putut fi adus exact în linie cu pata neagră și astfel s-au putut face puncte consecutive pe placa de sticlă verticală [așezată] în față. Desigur că orice mișcare a frunzei, putea fi prezentată și sporită de firul lung de sticlă; iar pata neagră era așezată atît de aproape în dosul capătului firului în raport cu placa de sticlă din față, încît mișcarea capătului era mărită de 40 de ori. Sîntem totuși convinși că desenul nostru este o reprezentare destul de fidelă a mișcărilor frunzei. În intervalele dintre fiecare observație, planta a fost acoperită cu un mic clopot de sticlă. După cum s-a arătat mai sus, frunza era foarte ridicată și ghiveciul era așezat în fața unei ferestre spre nord-est. În decursul primelor cinci zile, frunza s-a mișcat în jos sau s-a ridicat mai puțin, iar linia lungă înregistrată forma un zigzag accentuat prezentînd ocazional bucle complete sau aproape complet formate, ceea ce arată că frunza a circumnutat. Nu știu dacă

[15] Dl. Loomis și prof. Asa Gray au descris („Botanical Gazette", 1880, p. 27—43), un caz extrem de curios de mișcare la frunzele de ferigă, însă numai la frunze în stare de fructificare ale [speciei] *Asplenium trichomanes*. Ele se mișcau aproape tot atît de repede ca și micile foliole de *Desmodium girans*, efectuînd o mișcare alternativă înainte și înapoi care [avea și amplitudine] între 20 și 40° [și forma] un plan în unghi drept cu cel al frunzei). Vîrful frunzei a descris „o elipsă lungă și foarte îngustă" așa încît ea a circumnutat. Mișcarea s-a deosebit însă de circumnutația obișnuită deoarece nu avea loc decît atunci cînd planta era expusă la lumină; chiar lumina artificială „este suficientă pentru a provoca mișcare în cîteva minute".

aplecarea era datorată creşterii epinastice sau apheliotropismului. Deoarece în a cincea zi aplecarea era foarte mică, în a şasea zi (25 octombrie) s-a început un nou desen care a fost continuat timp de 47 de ore; el este arătat aci (fig. 120). A doua zi (27 octombrie) s-a făcut un alt desen şi s-a constatat că frunza încă mai circumnuta, deoarece timp de 14 ore şi 30 min ea şi-a schimbat mersul complet de zece ori (în afară de schimbări mai mici). Frunza a fost observată ocazional timp de încă două zile şi s-a văzut că ea se mişcă în mod continuu.

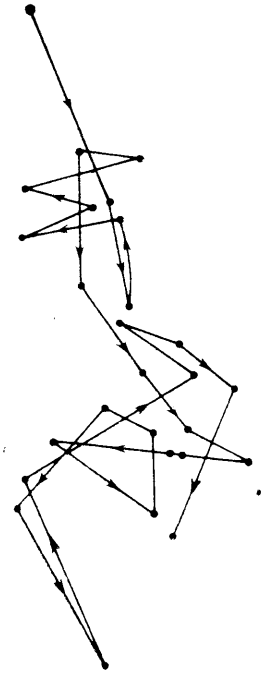


Fig. 120. — *Lunularia vulgaris*. Circumnutaţia unei frunze, înregistrată de la 25 octombrie, ora 9, pînă la 27 octombrie, ora 8.

Reprezentanţii cei mai inferiori ai seriei vegetale, *Thallogeneae*-le, par să circumnuteze. Dacă se priveşte o *Oscillaria* la microscop, se poate vedea că ea descrie cercuri la fiecare 40 de secunde. După ce s-a înclinat spre una din părţi, vîrful începe mai întîi să se încline îndărăt spre partea opusă, iar apoi întregul fir de sticlă se curbează în aceeaşi direcţie. Hofmeister[16] a dat o descriere detaliată a mişcărilor curioase, însă mai puţin regulate cu toate că ele sînt constante la *Spirogyra*; în decurs de 2,30′ ore firul de sticlă s-a deplasat de patru ori spre stînga şi de trei ori spre dreapta şi [Hofmeister] indica şi o mişcare perpendiculară faţă de cele menţionate mai sus. Vîrful s-a deplasat cu o viteză de circa 0,1 mm în cinci minute. El compară această mişcare cu nutaţia plantelor superioare [17]. Vom vedea ulterior că mişcările heliotrope rezultă dintr-o circumnutaţie modificată şi, deoarece mucegaiurile unicelulare se apleacă spre lumină, putem deduce că ele circumnutează.

OBSERVAŢII FINALE ASUPRA CIRCUMNUTAŢIEI FRUNZELOR

Au fost descrise mai sus mişcările de circumnutaţie ale frunzelor tinere [a unor specii] din 33 de genuri aparţinînd la 25 de familii, larg răspîndite printre dicotiledonatele comune şi gimnosperme şi printre monocotiledonate, ca şi la mai multe criptogame. De aceea nu ar fi pripită presupunerea că frunzele în creştere ale tuturor plantelor circumnutează, după cum am avut motive să conchidem în cazul cotiledoanelor.

[16] „*Über die Bewegungen der Fäden der Spirogyra princeps*, Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Würtenberg", 1874, p. 211.

[17] Zukal de asemenea observă (citat în „Journ. R. Microsc. Soc.", 1880, vol. III, p. 820) că mişcările la *Spirulina*, un reprezentant al *Oscillatorieae*-lor sînt foarte analoge „binecunoscutei rotaţii a lăstarelor şi circeilor în creştere".

În general, sediul mișcării este localizat în pețiol, uneori însă sediul mișcării este localizat atît în pețiol, cît și în limb sau numai în limb. Amploarea acestei mișcări se deosebește mult la diferite plante; însă distanța parcursă nu era niciodată mare, în afară de *Pistia*, care ar trebui inclusă poate printre plantele care dorm. Mișcarea în unghi a frunzelor nu a fost decît ocazional măsurată; de obicei ea varia de la numai 2° (și probabil chiar mai puțin în unele cazuri) pînă la aproximativ 10°; însă ea s-a ridicat la 23° la lobul comun. Mișcarea are loc mai ales într-un plan vertical, însă, deoarece liniile ascendente și descendente nu au coincis niciodată, există întotdeauna o oarecare mișcare laterală, formîndu-se astfel elipse neregulate. De aceea mișcarea merită să fie numită de circumnutație, întrucît toate organele care circumnutează tind să descrie elipse, adică creșterea uneia din părți este urmată de creșterea aproape opusă. Elipsele sau liniile în zigzag care reprezintă elipse alungite sînt în general foarte înguste; totuși la *Camellia* axele mici ale elipselor aveau jumătate, iar la *Eucalyptus* mai mult de jumătate din lungimea axelor mari. În cazul lui *Cissus* părți din figură reprezintă mai degrabă cercuri decît elipse. De aceea, uneori amplitudinea mișcărilor laterale este mare. De altfel axele mari ale elipselor formate succesiv (ca la bob, la *Cissus* și la *Crambe maritima*) și în mai multe cazuri liniile în zigzag reprezentînd elipse s-au extins în direcții foarte diferite în decursul aceleiași zile sau în ziua următoare. Drumul urmat era curb, drept sau ușor ori puternic în zigzag, și adesea s-au format mici bucle sau triunghiuri. Aceeași plantă poate descri într-o zi o singură elipsă mare, iar în ziua următoare două elipse mai mici. În fiecare zi s-au format la *Drosera* două elipse, iar la *Lupinus*, *Eucalyptus* și *Pancratium* s-au format mai multe elipse.

Mișcările oscilatorii și cele de salt ale frunzelor de *Dionaea* care seamănă cu cele ale hipocotilului verzei cînd le privim la microscop sînt remarcabile. Ele continuă zi și noapte timp de cîteva luni și sînt manifestate de frunze tinere nedesfăcute și de frunze bătrîne care și-au pierdut sensibilitatea la atingere, însă care, după ce au absorbit substanța animală, își închid lobii. Vom întîlni ulterior același fel de mișcare la articulațiile anumitor graminee și este probabil comună la multe plante atunci cînd circumnutează. Este, de aceea, un fapt ciudat că nu s-a putut descoperi nici o mișcare asemănătoare la tentaculele de *Drosera rotundifolia* care, ca și *Dionaea*, este un reprezentant al aceleiași familii; totuși tentaculul, observat era atît de sensibil, încît a început să se încovoaie spre interior în 23 de secunde după ce a fost atins cu o bucățică de carne crudă.

Unul din cele mai interesante fapte în privința circumnutației frunzelor este periodicitatea mișcărilor lor; deoarece adesea, sau chiar în mod general, ele se ridică puțin seara și în prima parte a nopții și se apleacă iarăși în dimineața următoare. Exact același fenomen a fost observat la cotiledoane. Frunzele a 16 genuri din cele 33 care au fost observate s-au comportat în acest fel, cum au făcut probabil și alte două genuri. Nu trebuie să se presupună că la restul de 15 genuri nu există nici o periodicitate în mișcări; deoarece șase dintre genuri au fost observate prea puțin timp pentru a se putea formula o judecată asupra acestei probleme, iar la trei [genuri] frunzele erau atît de tinere, încît creșterea lor epinastică, care le face să coboare la o poziție orizontală, a copleșit orice altă formă de mișcare. La numai un singur gen, la *Cannabis*, frunzele s-au aplecat seara, iar Kraus atribuie această mișcare preponderenței creșterii lor epinastice. Fără îndoială că periodicitatea este determinată de alternarea, în fiecare zi, a luminii și a întunericului, după cum se va arăta ulterior. Plantele insectivore sînt foarte puțin influențate de lumină, în ceea ce privește mișcările lor, de unde reiese pro-

babil că frunzele lor nu se mișcă periodic, cel puțin în cazul frunzelor de *Sarracenia*, *Drosera* și *Dionaea*. Mișcarea ascendentă de seară este la început înceată și la diferite plante mișcarea începe la ore foarte diferite; la *Glaucium* poate începe chiar la ora 11, dar de obicei începe între orele 15 și 17, iar uneori chiar la ora 19. Trebuie observat că nici una din frunzele descrise în acest capitol (cu excepția, credem, a celor de *Lupinus speciosus*) nu are o pulvină, deoarece mișcările periodice ale frunzelor care au pulvină au fost [dezvoltate] în general în așa-numitele mișcări de somn, de care nu ne ocupăm aici. Faptul că frunzele și cotiledoanele, frecvent sau chiar în mod general, se ridică puțin seara și se apleacă dimineața, prezintă interes, deoarece indică baza pe care s-au dezvoltat mișcările specializate de somn ale multor frunze și cotiledoane neprevăzute cu o pulvină. Periodicitatea de mai sus trebuie avută în vedere de oricine examinează problema poziției orizontale a frunzelor și cotiledoanelor în timpul zilei, atunci cînd ele sînt luminate de sus.

CAPITOLUL AL V-LEA

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: PLANTE CĂȚĂRĂTOARE; MIȘCĂRI EPINASTICE ȘI HIPONASTICE

Modificarea circumnutației sub influența cauzelor înnăscute sau sub acțiunea condițiilor externe — Cauzele înnăscute — Plante cățărătoare; asemănarea mișcărilor lor cu cele ale plantelor obișnuite; intensificarea amplitudinii; diferențe ocazionale — Creșterea epinastică a frunzelor tinere — Creșterea hiponastică a hipocotilelor și epicotilelor plantulelor — Vîrfurile curbate ale plantelor cățărătoare și ale altor plante din cauza modificării circumnutației — *Ampelopsis tricuspidata* — *Smithia pfundii* — Redresarea vîrfului sub influența hiponastiei — Creșterea epinastică și circumnutația pedunculilor florali ai speciilor *Trifolium repens* și *Oxalis carnosa*.

Radiculele, hipocotilele și epicotilele plantulelor și ulterior cotiledoanele circumnutează toate în mod continuu chiar înainte de a ieși din pămînt. Același lucru se întîmplă și cu tulpinile, stolonii, pedunculii florali și cu frunzele plantelor mai bătrîne. De aceea, putem deduce cu foarte multă certitudine că toate părțile în creștere ale tuturor plantelor circumnutează. Cu toate că această mișcare în starea ei obișnuită sau nemodificată pare să fie în unele cazuri folositoare plantelor — fie direct, fie indirect — de exemplu circumnutația radiculei pentru pătrunderea ei în pămînt, sau cea a hipocotilului și a epicotilului care se curbează cînd străpunge suprafața solului. Cu toate acestea circumnutația apare ca un fenomen atît de general sau mai bine zis atît de universal, încît nu putem presupune că ea a fost dobîndită în vreun scop special. Trebuie să admitem că circumnutația derivă într-un fel necunoscut din modalitatea de creștere a țesuturilor vegetale

Vom examina acum numeroasele cazuri în care circumnutația s-a modificat. pentru [a corespunde] diferitelor scopuri speciale; astfel o mișcare în curs de desfășurare a fost pentru un timp intensificată într-o anumită direcție și temporar redusă sau complet oprită într-alte direcții. Aceste cazuri se pot împărți în două subcategorii; una în care modificarea depinde de cauze înnăscute sau constituționale și este independentă de condiții exterioare cu excepția celor care sînt specifice creșterii și care trebuie să fie prezente; a doua subcategorie în care modificarea depinde în mare măsură de factori externi, ca alternanța zilnică a luminii și a întunericului sau numai de lumină, temperatură sau atracția forței de gravitație. Prima subcategorie este mică și va fi examinată în capitolul de față, iar a doua subcategorie în restul acestui volum.

CIRCUMNUTAȚIA PLANTELOR CĂȚĂRĂTOARE

Cel mai simplu caz de modificare a circumnutației este cel oferit de plantele cățărătoare, cu excepția celor care se cațără cu ajutorul cîrligelor sau al rădăcinilor imobile; deoarece modificarea constă mai ales din amplitudinea mult intensificată a mișcării. Aceasta ar decurge fie dintr-o mare intensificare a creșterii pe o porțiune redusă fie ceea ce este mai probabil, dintr-o creștere moderat sporită pe o porțiune considerabilă a organului în mișcare, precedată de turgescență, și acționînd succesiv asupra tuturor părților. Circumnutația plantelor cățărătoare este mai regulată decît aceea a plantelor obișnuite; însă în aproape toate celelalte privințe există o asemănare strînsă între mișcările lor și anume în tendința lor de a descrie elipse îndreptate succesiv în toate direcțiile cardinale — adesea întrerupte în mersul lor de linii în zigzag, de triunghiuri, de bucle sau de mici elipse — și în viteza mișcării, iar la diferite specii rotirea o dată sau de mai multe ori are loc în același interval de timp. La același internod mișcarea încetează mai întîi la partea inferioară și apoi încetul cu încetul și în sus. În ambele serii de cazuri, mișcarea poate fi modificată într-un mod foarte analog de către geotropism și de heliotropism, cu toate că numai puține plante cățărătoare sînt heliotrope. Se mai pot indica și alte puncte de asemănare.

Se vede bine că mișcările plantelor cățărătoare, atunci cînd plantele sînt foarte tinere, constau dintr-o circumnutație obișnuită, modificată prin aceea că prezintă o amplitudine sporită, deoarece la această vîrstă timpurie plantele cățărătoare se mișcă ca și alte plantule; pe măsură însă ce îmbătrînesc, mișcările lor se intensifică treptat fără să sufere vreo altă schimbare. Este evident că această capacitate este înnăscută și că nu este provocată de vreun factor exterior, în afară de cei necesari pentru creștere și vigoare. Nimeni nu se îndoiește că această capacitate a fost dobîndită din tendința plantelor cățărătoare să se cațere pînă la o anumită înălțime ca să aibă astfel posibilitatea să ajungă la lumină. Acest lucru este efectuat prin două metode foarte diferite; prima, prin încolăcirea spiralată în jurul unui suport (pentru a face aceasta tulpinile lor trebuie să fie însă lungi și flexibile); în al doilea rînd, în cazul plantelor care se cațără cu ajutorul frunzelor care au cîrcei, prin aducerea acestor organe în contact cu un suport care este apucat atunci datorită sensibilității lor. Se poate observa că aceste din urmă mișcări nu au, atît cît putem judeca, nici o legătură cu circumnutația. În alte cazuri, vîrfurile cîrceilor, după ce au fost aduse în contact cu un suport, dezvoltă mici discuri care aderă ferm de acesta.

Am spus că circumnutația plantelor cățărătoare se deosebește de aceea a plantelor obișnuite mai ales prin amplitudinea sa mai mare. Majoritatea frunzelor circumnutează însă într-un plan aproape vertical și de aceea ele descriu elipse foarte înguste, pe cînd multele feluri de cîrcei, care constau din frunze metamorfozate, execută elipse mult mai largi sau figuri aproape circulare; și au astfel o mult mai mare posibilitate de a se prinde de orice parte a unui suport. Mișcările plantelor cățărătoare au fost de asemenea modificate în alte cîteva feluri speciale. Astfel tulpinile circumnutante de *Solanum dulcamara* se pot încolăci în jurul unui suport numai cînd acesta este atît de subțire și flexibil ca o sfoară sau ca un fir de ață. Tulpinile volubile ale mai multor plante din Anglia nu se pot încolăci în jurul unui suport dacă este mai gros, de cîțiva centimentri, pe cînd în pădurile

tropicale unele plante pot cuprinde trunchiuri groase [1]; și această mare deosebire în capacitate depinde de vreo deosebire necunoscută în modul lor de circumnutație. Cea mai remarcabilă modificare specială a acestei mișcări pe care am observat-o este la cîrceii de *Echinocystis lobata*; aceștia se ridică de obicei cu circa 45° deasupra orizontalei, însă ei se întăresc și se îndreaptă astfel încît să stea vertical în sus într-un moment al mersului lor circular, anume atunci cînd se apropie și trebuie să treacă peste vîrful lăstarului din care au luat naștere. Dacă ei nu ar fi avut și nu ar fi exercitat această capacitate curioasă, ei s-ar fi lovit în mod inevitabil de vîrful lăstarului și ar fi fost opriți în mersul lor. De îndată ce unul dintre acești cîrcei cu cele trei ramuri ale sale începe să se întărească și să se ridice vertical, mișcarea revolutivă devine mai rapidă; și de îndată ce a trecut de acest punct dificil, mișcarea sa coincide cu aceea a propriei sale greutăți, ceea ce îl face să revină deosebit de repede la poziția sa înclinată anterioară, încît vîrful poate fi văzut deplasîndu-se ca limba unui orologiu gigantic.

Un mare număr de frunze și foliole obișnuite și cîțiva pedunculi florali sînt prevăzute cu pulvine; pînă în prezent nu se cunoaște nici un caz de cîrcel cu pulvine. Cauza acestei deosebiri constă probabil în aceea că utilitatea principală a unei pulvine este de a prelungi mișcarea părții astfel înzestrate și după ce creșterea ei a încetat; și, deoarece cîrceii sau alte organe cățărătoare sînt de folos numai atunci cînd planta crește în înălțime sau crește, o pulvină care servește pentru a le prelungi mișcările ar fi inutilă.

În capitolul anterior s-a arătat că stolonii anumitor plante circumnutează în mare măsură și că această mișcare pare să-i ajute în a-și găsi o trecere printre tulpinile înghesuite ale plantelor învecinate. Dacă s-ar putea dovedi că mișcările stolonilor au fost modificate și sporite în acest scop special, ele ar fi trebuit incluse în capitolul de față; însă deoarece amplitudinea rotațiilor lor nu este atît de evident diferită de aceea a plantelor obișnuite, cum este cazul plantelor cățărătoare, nu avem nici o probă pentru [elucidarea] acestei probleme. Aceeași îndoială o întîlnim și în cazul unor plante care își îngroapă păstăile în pămînt. Procesul de îngropare a păstăilor este cu siguranță favorizat de circumnutația pedunculului floral; nu știm însă dacă circumnutația s-a intensificat în acest scop special.

EPINASTIE—HIPONASTIE

Termenul de epinastie este folosit de către Vries [2] pentru a exprima o creștere mai mare în lungime a părții superioare a unui organ [și o creștere mai mică] a părții inferioare care este făcută în acest fel să se curbeze în jos; cel de hiponastie este folosit pentru procesul invers, prin care organul este făcut să se curbeze în sus. Aceste acțiuni intră în jos atît de frecvent, încît folosirea celor doi termeni de mai sus este foarte potrivită. Mișcările provocate astfel sînt consecința unei forme modificate a circumnutației, deoarece, după cum vom vedea imediat, un organ sub influența epinastiei nu se mișcă în general în linie dreaptă în jos sau sub cea a hiponastiei în sus, ci oscilează în sus și în jos prin cîteva mișcări laterale; totuși, organul se mișcă în mod preponderent într-o anumită direcție. Aceasta arată că există o oarecare creștere a tuturor părților acestui organ, însă mai mult

[1] *The Movements and Habits of Climbing Plants*, p. 36.

[2] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1872, caiet II, p. 223; De Vries a modificat puțin (p. 252) sensul celor doi termeni dați mai întîi de Schimper și adoptați sub această formă de către Sachs.

a părţii superioare decît a celorlalte părţi în cazul epinastiei şi mai mult a părţii inferioare în cel al hiponastiei. De Vries insistă asupra faptului că una din părţi poate prezenta în plus o intensificare a creşterii sub influenţa geotropismului, şi o altă parte sub influenţa heliotropismului; şi astfel efectele epinastiei sau ale hiponastiei pot fi sau intensificate sau reduse.

Dacă vrem, putem vorbi de circumnutaţia obişnuită combinată cu epinastia, cu hiponastia, cu efectele gravitaţiei, cu cele ale luminii etc.; nouă ni se pare însă, din motive ce vor fi date ulterior, că este mai corect să se spună să circumnutaţia a fost modificată de aceşti diferiţi factori. Vom vorbi de aceea întotdeauna despre circumnutaţia, în curs de desfăşurare, ca modificată de epinastie, hiponastie, geotropism sau de alţi factori, interni sau externi.

Unul din cele mai simple şi mai obişnuite cazuri de epinastie este cel oferit de frunze, care la o vîrstă timpurie se îngrămădesc unele lîngă altele în jurul mugurilor şi se îndepărtează unele de altele pe măsură ce îmbătrînesc. Sachs este primul care a remarcat că aceasta se datoreşte intensificării creşterii de-a lungul părţii superioare a peţiolului şi a limbului; de Vries a arătat acum mai amănunţit că mişcarea astfel determinată este ajutată puţin de greutatea frunzei şi împiedicată, după cum crede el, de apogeotropism, cel puţin după ce frunza s-a îndepărtat [de celelalte] într-o oarecare măsură. În observaţiile noastre asupra circumnutaţiei frunzelor au fost alese cîteva frunze care erau prea tinere, aşa încît ele au continuat să se îndepărteze una de alta sau să se aplece, pe cînd li se înregistrau mişcările. Aceasta se poate vedea în diagramele (fig. 98 şi 112) reprezentînd circumnutaţia frunzelor tinere la *Acanthus mollis* şi la *Pelargonium zonale*. Cazuri similare au fost observate la *Drosera*. Mişcările unei frunze tinere de *Petunia violacea*, lungă de numai 1,875 cm, au fost înregistrate timp de patru zile şi ele mi-au dat un ansamblu mai bun (fig. 111), deoarece în tot acest timp ea [s-a depărtat] divergent, mişcîndu-se într-un zigzag curios, iar unele dintre unghiurile formate erau foarte ascuţite; în decursul ultimelor zile frunza a circumnutat în mod evident. Cîteva frunze tinere de aproximativ aceeaşi vîrstă de pe o plantă a acestei petunii aşezată orizontal şi a altei plante lăsată vertical, ambele ţinute în întuneric complet, s-au depărtat unele de altele timp de 48 de ore în acelaşi fel şi probabil că nu au fost influenţate de apogeotropism; deşi tulpinile lor se aflau în stare de mare tensiune, deoarece, atunci cînd s-au scos beţişoarele de care au fost legate, ele s-au încurbat imediat în sus.

Pe cînd sînt încă foarte tinere, frunzele lăstarilor conducători ai garoafei (*Dianthus caryophyllus*) sînt foarte aplecaţi sau sînt verticali; iar dacă planta creşte viguros, ele se [îndepărtează] divergent unele de altele atît de repede, încît devin aproape orizontale într-o singură zi. Însă frunzele se mişcă în jos într-o linie puţin oblică şi continuă cîtva timp să se miste în aceeaşi direcţie, credem, din cauza aşezării lor în spirală pe tulpină. Astfel, mersul unei frunze tinere, pe cînd se apleca oblic, a fost înregistrat, iar linia descria un zigzag care însă nu era puternic; unghiurile mai mari formate de [poziţiile] succesive ale liniei fiind de numai 135, 154 şi 163°. Mişcarea laterală consecutivă (fig. 96) era puternic în zigzag, cu circumnutaţii întîmplătoare. Divergenţa şi aplecarea frunzelor tinere ale acestei plante par să fie foarte puţin influenţate de geotropism sau de heliotropism, deoarece o plantă ale cărei frunze creşteau relativ încet (după cum s-a constatat prin măsurători) a fost aşezată orizontal, iar frunzele tinere de partea opusă s-au îndepărtat simetric una de alta în modul obişnuit, fără să se încovoaie în sus spre lumină sau în direcţia gravitaţiei.

Frunzele în formă de ace de la *Pinus pinaster* formează un mănunchi atunci cînd sînt tinere; ulterior ele se despart [divergent] încet, aşa încît cele [situate] pe lăstari verticali devin orizontale. Mişcările unei asemenea frunze tinere au fost înregistrate în decurs de 4 zile şi jumătate şi desenul dat aici (fig. 121) arată că frunza a coborît mai întîi, [descriind] o linie aproape dreaptă, însă ulterior a mers în zigzag, formînd una sau două bucle mici. Mişcările divergente şi descendente ale unei frunze puţin mai bătrîne au fost de asemenea înregistrate (vezi mai sus p., fig. 113); ea a coborît în decursul primei zile şi nopţi, [descriind] o linie puţin în zigzag; după care a circumnutat într-un spaţiu redus, apoi a coborît iarăşi. În acest timp frunza luase aproape poziţia ei finală şi acum circumnuta în mod evident. Ca şi în cazul garoafei, atunci cînd sînt tinere, frunzele nu par să fie mult influenţate de

geotropism sau de heliotropism deoarece cele de pe o plantă tînără aşezată orizontal şi cele de pe altă plantă lăsată vertical, ambele ţinute în întuneric, au continuat să se îndepărteze una de alta în modul obişnuit, fără să se curbeze în vreo parte.

La *Cobaea scandens*, frunzele tinere, pe măsură ce diverg succesiv de la lăstarul conducător aplecat pe o parte, se ridică în aşa fel încît ajung verticale şi păstrează această poziţie cîtva timp în cursul rotaţiei cîrcelului. Mişcarea divergentă şi ascendentă a peţiolului unei asemenea frunze a fost înregistrată pe o placă de sticlă verticală, [planta fiind ţinută] sub un luminator de tavan şi linia descrisă de ea era în cele mai multe părţi aproape dreaptă; s-au format însă şi două zigzaguri foarte nete (unul din ele formînd un unghi de 112°), ceea ce arăta că frunza a circumnutat.

Lobii încă închişi ai unei frunze tinere de *Dionaea* formau un unghi drept cu peţiolul şi erau pe cale de a se ridica încet. S-a fixat un fir subţire de sticlă de partea de dedesupt a nervurii mediane şi mişcările frunzei au fost înregistrate pe o placă de sticlă verticală. Frunza a circumnutat o dată seara, iar în ziua următoare s-a ridicat, după cum s-a descris mai înainte (fig. 106), descriind un număr de linii în zigzag accentuat foarte asemănătoare elipselor. Fără îndoială că această mişcare se datoreşte epinastiei, ajutată de apogeotropism, deoarece lobii închişi ai unei frunze foarte tinere de pe o plantă care fusese aşezată orizontal s-au deplasat aproape în aceeaşi linie cu peţiolul, ca şi cînd planta ar fi stat vertical; însă în acelaşi timp lobii s-au curbat lateral în sus, ocupînd astfel o poziţie oblică nenaturală faţă de planul peţiolului foliaceu.

Întrucît hipocotilele şi epicotilele unor plante ies curbate din învelişul seminţelor, este îndoielnic dacă curbarea constantă a acestor părţi, prezentă atunci cînd ele străbat solul, ar trebui atribuită întotdeauna epinastiei; însă cînd sînt mai întîi drepte şi apoi se curbează, după cum se întîmplă adesea, curbarea este datorată cu siguranţă epinastiei. Atît timp cît (partea) curbată este înconjurată de pămînt compact, ea trebuie să-şi păstreze forma; însă de îndată ce se ridică deasupra suprafeţei solului, sau chiar înainte de aceasta, dacă este eliberată în mod artificial de presiunea înconjurătoare, ea începe să se îndrepte, ceea ce se datorează fără îndoială mai ales hiponastiei. Mişcarea jumătăţii superioare şi a celei inferioare ale curburii şi ale vîrfului a fost înregistrată ocazional; iar mersul vîrfului a fost mai mult sau mai puţin în zigzag, arătînd că el a efectuat o circumnutaţie modificată.

La multe plante, mai ales căţărătoare, partea de sus a lăstarului este încovoiată în cîrlig, aşa încît vîrful este îndreptat vertical în jos. La şapte genuri de plante volubile[3] încovoierea sau, după cum a fost denumită de Sachs, nutaţia vîrfului se datoreşte mai ales unei forme exagerate de circumnutaţie. Cu alte cuvinte, creşterea este atît de mare într-una din părţi, încît ea apleacă lăstarul complet în partea opusă, dînd naştere astfel la un cîrlig; linia longitudinală sau zona de creştere se deplasează apoi puţin lateral în jurul lăstarului, iar cîrligul este îndreptat într-o direcţie puţin diferită şi aşa mai departe, pînă ce cîrligul este complet inversat. Pînă în cele din urmă el revine la punctul de unde a pornit. Aceasta s-a constatat prin colorarea cu tuş a unor linii înguste de-a lungul suprafeţei convexe a mai multor cîrlige şi s-a văzut că linia devine mai întîi laterală, pentru a o regăsi apoi de-a lungul suprafeţei concave şi pînă în cele din urmă să apară iarăşi pe suprafaţa convexă. La *Lonicera brachypoda* partea terminală încovoiată în cîrlig a lăstarului căţărător se îndreaptă periodic, însă nu s-a inversat niciodată; adică intensificarea periodică a creşterii părţii convexe a cîrligului nu este suficientă decît pentru a-l îndrepta şi nu pentru a-l apleca de partea opusă. Încovoierea vîrfului serveşte plantelor volubile pentru a le ajuta să se apuce de un suport şi ulterior pentru a-i permite să cuprindă suportul mult mai strîns decît ar fi putut să o facă la început, evitînd astfel, după cum adesea am observat, de a fi luate de un vînt puternic. Nu ştiu dacă avantajul astfel dobîndit de plantele volubile explică faptul că vîrfurile le sînt atît de frecvent încovoiate, deoarece această structură nu este foarte rară la plantele care nu se caţără şi la unele care se caţără (de exemplu la *Vitis*, *Ampelopsis*, *Cissus* etc.), cărora căţărarea nu le este de nici un folos.

În privinţa acelor cazuri în care vîrful rămîne întotdeauna curbat sau încovoiat înspre aceeaşi parte, ca la genurile amintite, explicaţia cea mai evidentă este că curbarea este datorată creşterii care se continuă în mod excesiv de-a lungul părţii convexe. Totuşi, Wiesner susţine[4] că în toate cazurile încovoierea vîrfului este rezultatul plasticităţii şi greu-

[3] *The Movements and Habits of Climbing Plants*, ed. a 2-a, p. 13.

[4] „Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.", Viena, ianuarie 1880, p. 16.

tăţii lui — o concluzie care este cu siguranţă eronată după ceea ce am observat mai sus la mai multe plante cătărătoare. Totuşi, admitem că greutatea părţii, precum şi geotropismul etc., intră uneori în joc.

Ampelopsis tricuspidata. Această plantă se caţără cu ajutorul cîrceilor adezivi, iar vîrfurile încovoiate ale lăstarilor nu par să le fie de vreun folos. În măsura în care am putut stabili, rezultă că încovoierea depinde mai ales de influenţarea vîrfului de către epinastie

← Fig. 121. — *Pinus pinaster.* Mişcarea epinastică în jos a unei frunze tinere, produsă de o plantă tînără, ţinută într-un ghiveci, sub un luminator de tavan de la 2 iunie, ora 6,45, pînă la 6 iunie, ora 22,40; mişcarea a fost înregistrată pe o placă de sticlă verticală.

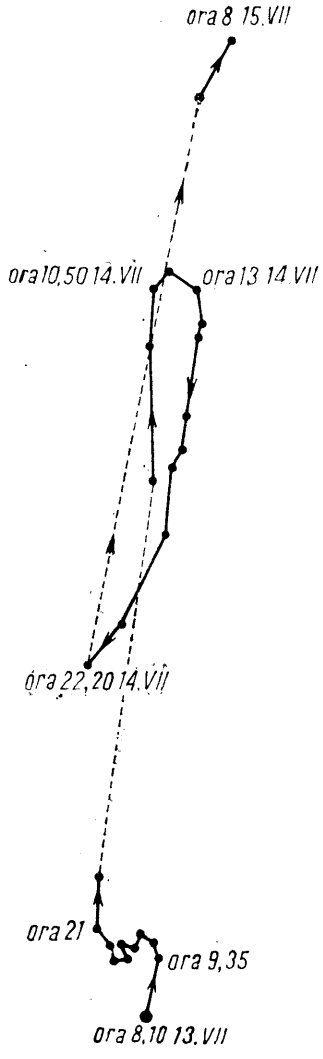


Fig. 122. — *Ampelopsis tricuspidata.* Mişcarea hiponastică a unui vîrf încovoiat, înregistrată de la 13 iulie, ora 8,10, pînă la 15 iulie, ora 8; vîrful lăstarului era la 11,75 cm de placa de sticlă verticală; planta era luminată printr-un luminator de tavan; temperatura de 17,5—19°C; diagrama a fost redusă la o treime. →

şi de geotropism, părţile inferioare şi mai bătrîne îndreptîndu-se încontinuu prin hiponastie şi apogeotropism. Credem că greutatea vîrfului este un element fără importanţă, deoarece, la lăstarii orizontali sau aplecaţi, cîrligul este adesea întins în poziţie orizontală sau chiar cu extremitatea sa în sus. De altfel adesea lăstarii formează bucle în loc de cîrlige şi, în acest caz, în loc de a atîrna vertical în jos, după cum ar trebui să fie dacă greutatea ar constitui o cauză eficientă, partea extremă se întinde orizontal sau este chiar îndreptată în sus. Un lăstar care se termină printr-un cîrlig puţin deschis a fost fixat într-o poziţie foarte înclinată în jos, aşa încît partea concavă să stea cu faţa în sus, şi rezultatul a fost că la început vîrful s-a curbat în sus. Aceasta pare să se fi datorat epinastiei şi nu apogeotropismului, deoarece, curînd după ce a trecut de perpendiculară, vîrful s-a curbat atît de repede în jos, încît nu ne-am putut îndoi că mişcarea a fost ajutată de geotropism. În decursul cîtorva ore cîrligul a fost în acest fel transformat într-o buclă cu vîrful lăstarului îndreptat drept în jos. La început axa mai lungă a buclei era orizontală, însă ulterior a devenit

verticală. În acelaşi timp partea bazală a cîrligului (şi ulterior a buclei) s-a curbat încet în sus, ceea ce trebuie să se fi datorat în întregime apogeotropismului care era în opoziţie cu hiponastia. Bucla a fost apoi fixată răsturnată, aşa încît asupra jumătăţii bazale să acţioneze hiponastia (dacă era prezentă) şi apogeotropismul; şi acum bucla s-a curbat atît de mult în sus, în decurs de numai 4 ore, încît nu putea exista îndoială că ambele forţe acţionau împreună. În acelaşi timp bucla s-a deschis şi s-a retransformat într-un cîrlig, ceea ce pare să se fi efectuat prin mişcarea geotropă a vîrfului în opoziţie cu epinastia. În cazul lui *Ampelopsis hederacea*, pe cît am putut aprecia, greutatea joacă un rol mai important la încovoierea în formă de cîrlig a vîrfului.

Pentru a stabili dacă lăstarii de *A. tricuspidata* îndreptîndu-se sub acţiunea combinată a hiponastiei şi a apogeotropismului s-au mişcat într-o [linie] simplă, dreaptă sau dacă ei au circumnutat, s-au fixat fire subţiri de sticlă pe extremităţile * a patru vîrfuri încovoiate

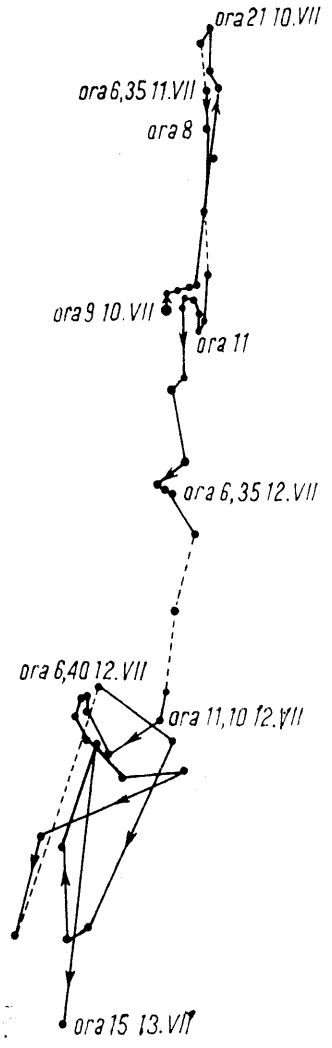


Fig. 123. — *Smithia pfundii*. Mişcarea hiponastică a vîrfului curbat al unei tulpini în timpul redresării sale a fost înregistrată de la 10 iulie, ora 9, pînă la 13 iulie, ora 15; vîrful era la 23,75 cm de placa de sticlă verticală; diagrama a fost redusă la o cincime din mărimea iniţială; planta a fost luminată prin luminatorul de tavan; temperatura a fost de 17,5—19°C.

aflate în poziţia lor naturală; mişcările firelor de sticlă au fost înregistrate pe o placă de sticlă verticală. În general, cele 4 desene semănau toate între ele; însă nu vom da decît unul singur (fig. 122). Mai întîi firul de sticlă s-a ridicat, ceea ce denotă îndreptarea cîrligului; pe urmă el a mers în zigzag, deplasîndu-se puţin spre stînga, între orele 9,25 şi 21. În ziua de 13, de la ora 21 şi pînă la ora 10,50 în dimineaţa următoare (în 14), cîrligul a continuat să se îndrepte şi apoi a mers în zigzag spre dreapta pe o mică distanţă. Însă de la

* În textul original „pe coroane" (*N. trad.*).

ora 13 la ora 22,40 din ziua de 14 iulie mişcarea a fost inversată, iar lăstarul s-a încovoiat mai mult în cîrlig. În timpul nopţii, de la ora 22,40 pînă la ora 8,15 din ziua de 15, cîrligul s-a deschis din nou sau s-a îndreptat. Pînă atunci firul subţire de sticlă s-a aplecat atît de mult, încît mişcările nu i-au mai putut fi înregistrate cu precizie; iar la ora 15,30, din aceeaşi zi, vîrful arcului sau al cîrligului devenise absolut drept şi vertical. De aceea nu poate exista îndoială că îndreptarea lăstarului încovoiat al acestei plante este efectuată de circumnutaţia porţiunii curbate — anume de o alternanţă în creşterea suprafeţei superioare şi apoi a celei inferioare cu predominanţa însă a suprafeţei inferioare şi cu o slabă mişcare laterală.

Am fost în măsură să înregistrăm, pe o perioadă mai lungă, mişcarea unui alt lăstar care se îndrepta (datorită creşterii lui mai încete şi a faptului că fusese plasat mai departe de placa de sticlă verticală) şi anume, am început înregistrarea din dimineaţa zilei de 13 iulie, pînă seara tîrziu în ziua de 14 iulie. În tot timpul zilei de 14 iulie cîrligul s-a îndreptat foarte puţin, însă a mers în zigzag şi a circumnutat în mod evident aproape în jurul aceluiaşi punct. În ziua de 16 iulie el devenise aproape drept, iar desenul nu mai era exact, totuşi era evident că încă mai există o mişcare de o mare amplitudine atît în sus şi în jos, cît şi lateral, deoarece în timp ce vîrful continua să se îndrepte cîteodată pentru scurt timp, el se curba mai mult, făcînd ca firul de sticlă să se coboare de două ori în timpul zilei.

Smithia pfundii. — Lăstarii terminali, rigizi, ai acestei plante leguminoase, acvatice din Africa, proemineazâ astfel încît ei formează un unghi drept cu tulpina de dedesubt; aceasta se întîmplă însă numai atunci cînd plantele cresc viguros, deoarece atunci cînd sînt ţinute într-un loc răcoros, vîrfurile tulpinilor se îndreaptă cum se întîmplă, de asemenea, la sfîrşitul anotimpului de creştere. Partea aplecată în unghi drept are o direcţie independentă de izvorul principal de lumină. Însă, în cazul menţinerii plantelor în întuneric, s-a observat că mai mulţi lăstari au devenit drepţi sau aproape drepţi în două sau trei zile şi cînd plantele au fost puse din nou la lumină, lăstarii s-au curbat în unghi drept; de aceea credem că încurbarea lăstarilor se datoreşte, parţial, apheliotropismului care, după cît se pare, a fost într-o măsură [frînat] de apogeotropism. Pe de altă parte, efectele observate după o legătură joasă a unui lăstar, aşa încît unghiul drept să fie îndreptat cu faţa în sus, ne fac să credem că încurbarea acestuia este parţial datorată epinastiei. În timpul îmbătrînirii porţiunii curbate în unghi drept a unei tulpini drepte, partea inferioară a ei se îndreaptă; ceea ce se efectuează prin hiponastie. Cine a citit lucrarea recentă a lui Sachs asupra poziţiilor verticale şi înclinate ale organelor plantelor [5], va vedea cît de dificil este acest subiect şi nu va fi surprins de faptul că ne exprimăm cu rezerve asupra acestui caz, precum şi asupra altor cazuri asemănătoare.

O plantă înaltă de 50 cm a fost legată de un băţ imediat sub partea curbă a vîrfului, parte care a format cu tulpina de dedesubt un unghi puţin mai mic decît unul drept. Lăstarul s-a îndreptat de partea opusă observatorului; iar un fir de sticlă îndreptat înspre placa de sticlă verticală, pe care s-a executat desenul, a fost fixat de suprafaţa convexă a porţiunii curbate. De aceea liniile descendente din figură reprezintă mişcarea de redresare a porţiunii curbate, pe cînd aceasta îmbătrînea. Desenul (fig. 132) a fost început la 10 iulie ora 9. La început firul de sticlă s-a mişcat numai puţin şi în zigzag, însă la ora 14 el a început să se ridice şi a continuat mişcarea pînă la ora 21, ceea ce dovedeşte că porţiunea terminală a vîrfului se curba şi mai mult în jos. În ziua de 10 [iulie], după ora 21, a început o mişcare contrarie şi porţiunea curbată a început să se îndrepte, ceea ce a continuat în ziua de 12 pînă la ora 11,10, însă a fost întreruptă de mici oscilaţii şi zigzaguri, ceea ce arată că mişcarea se efectua în direcţii diferite. În ziua de 12, după ora 11,10, această parte a tulpinii, încă foarte curbată a circumnutat în mod evident pînă în ziua de 13, aproape de ora 15, însă în tot acest timp a predominat o mişcare în jos a firului de sticlă, determinată de îndreptarea continuă a tulpinii. La amiaza zilei de 13, vîrful, care iniţial se aplecase formînd faţă de perpendiculară un unghi mai mare decît unul drept, a crescut atît de drept, încît desenul nu a mai putut fi înregistrat pe placa de sticlă verticală. De aceea nu poate fi îndoială că îndreptarea porţiunii tulpinii în creştere a acestei plante care se curbase brusc pare să fie datorată în întregime hiponastiei; [mişcarea aceasta] este rezultatul circumnutaţiei modificate. Vom adăuga numai că un fir de sticlă a fost fixat în mod diferit de-a curmezişul unei alte plante şi s-a observat în general acelaşi fel de mişcare.

[5] *Über orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile*, „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1879, caietul II, p. 226.

Trifolium repens. — La multe, însă nu la toate speciile de *Trifolium*, în timp ce micile flori separate se veştejesc, pedunculii secundari se curbează în jos, aşa încît atîrnînd ei devin paraleli cu partea superioară a pedunculului principal. La *T. subterraneum* pedunculul principal se curbează în jos pentru a-şi îngropa capsulele şi la această specie pedunculii secundari ai florilor separate se curbează în sus, aşa încît ei ocupă aceeaşi poziţie faţă de partea superioară a pedunculului principal, ca la *T. repens*. Prin acest fapt pare probabil că mişcările pedunculilor secundari la *T. repens* erau independenţi de [acţiunea] geotropismului.

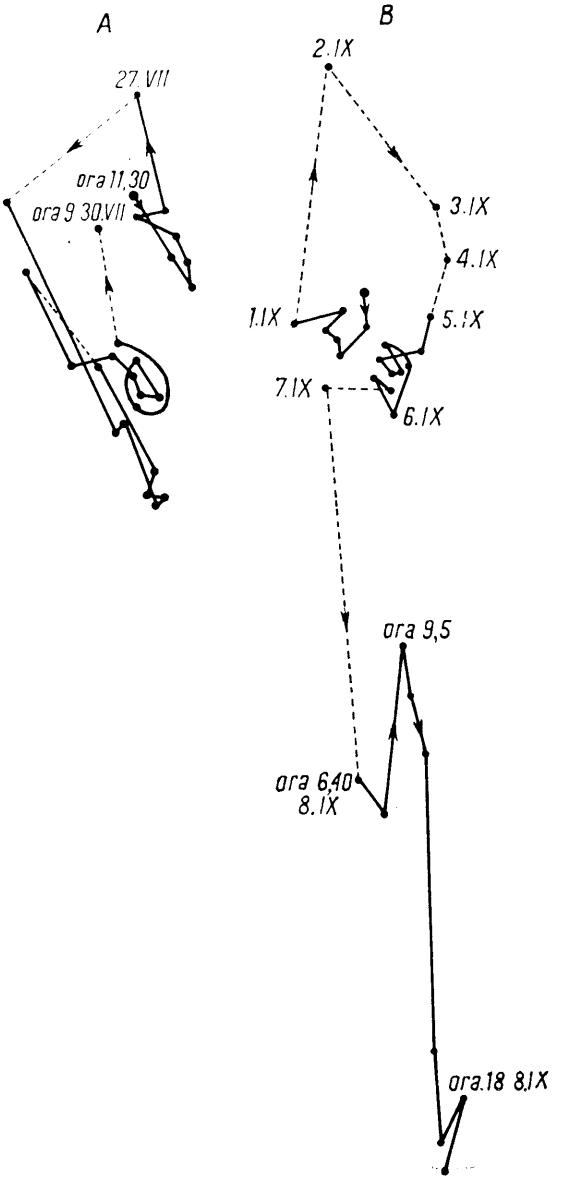


Fig. 124. — *Trifolium repens.* Mişcările circumnutante şi epinastice ale pedunculului secundar al unei flori simple-înregistrate pe o placă de sticlă verticală; [planta] este aşezată sub un luminator de tavan; în *A* este redată mişcarea de la 27 august, ora 11,30, pînă la 30 august, ora 7; în *B* este redată mişcarea de la 30 august, ora 7, pînă la 8 septembrie, puţin după ora 18.

Totuşi, pentru a ne convinge, s-au legat cîteva capitule cu capul în jos de mici beţişoare, iar alte capitule au fost legate în poziţie orizontală; totuşi, toţi pedunculii lor secundari s-au curbat repede în sus sub influenţa heliotropismului. De aceea am ferit de lumină cîteva capitule legate la fel de beţişoare şi, cu toate că unele din capitule au putrezit, mulţi dintre pedunculii lor secundari s-au întors încet din poziţiile lor orizontale sau inversate pentru a ajunge în poziţie normală, paraleli cu partea superioară a pedunculului principal. Aceste fapte dovedesc că mişcarea pedunculilor este independentă de geotropism sau de apheliotropism;

ea trebuie de aceea atribuită epinastiei, care este însă împiedicată de heliotropism, cel puţin atît timp cît florile sînt tinere. Majoritatea florilor de mai sus nu au fost fecundate din cauza excluderii albinelor; în consecinţă ele s-au veştejit foarte încet, iar mişcările pedunculilor secundari au fost de asemenea mult întîrziate.

Pentru a determina natura mişcării pedunculului secundar, în timpul cînd el se apleacă în jos, s-a fixat un fir de sticlă de-a curmezişul vîrfului caliciului unei flori incomplet deschisă şi aproape verticală, situată în apropierea centrului capitulului. Pedunculul principal a fost legat de un beţişor imediat sub capitul. Pentru a vedea semnele de pe firul subţire de sticlă, cîteva flori au fost tăiate şi îndepărtate din partea inferioară a capitulului. La început floarea sub observaţie s-a aplecat puţin îndepărtîndu-se de poziţia ei verticală, aşa încît a ocupat spaţiul liberat rezultat din îndepărtarea florilor învecinate. Această mişcare a necesitat două zile, după care s-a început un nou desen (fig. 124). În *A* vedem mişcarea de circumnutaţie complicată urmărită din ziua de 26 august ora 11,30, pînă în ziua de 30 august ora 7. Ghiveciul a fost apoi mutat la dreapta şi desenul (*B*) a fost continuat fără întrerupere de la 30 august ora 7, pînă la 8 septembrie după ora 6. Ar trebui observat că în majoritatea acestor zile numai un singur punct a fost marcat la aceeaşi oră în fiecare dimineaţă. Ori de cîte ori floarea a fost observată cu grijă ca la 30 august şi la 6 şi 7 septembrie, s-a constatat că ea circumnuta într-un spaţiu redus. În sfîrşit, la 7 septembrie ea a început să se aplece în jos şi a continuat aşa pînă la 8 septembrie după ora 18 şi de fapt pînă în dimineaţa zilei de 9 septembrie, cînd mişcările ei nu au mai putut fi înregistrate pe placa de sticlă verticală. Ea a fost observată atent în tot timpul zilei de 8 septembrie şi la ora 12,30 ea coborîse pînă la un punct mai jos de 2/3 din lungimea figurii dată aici, însă din lipsă de spaţiu desenul a fost copiat în *B* numai puţin după ora 18. În dimineaţa zilei de 9 [septembrie] floarea era veştejită, iar pedunculul secundar forma acum un unghi de 57° sub orizontală. Dacă floarea ar fi fost fecundată, ea s-ar fi veştejit mult mai curînd şi s-ar fi mişcat mult mai repede. Vedem astfel că pedunculul secundar a oscilat în sus şi în jos sau a circumnutat în tot timpul mersului său epinastic în jos.

Pedunculii secundari ai florilor fecundate şi veştejite de *Oxalis cornosa* se apleacă în jos de asemenea prin epinastie, după cum se va arăta într-un capitol viitor; iar mersul lor în jos este în zigzag accentuat, ceea ce indică circumnutaţia.

Numărul cazurilor de mişcări epinastice sau hiponastice ale diferitelor organe, mişcări adesea combinate cu alte forţe, în cele mai deosebite scopuri, pare să fie inepuizabil, iar din diferitele exemple redate aici putem deduce cu siguranţă că asemenea mişcări sînt datorate modificării circumnutaţiei.

CAPITOLUL AL VI-LEA

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: SOMNUL SAU MIȘCĂRILE NICTITROPE, UTILITATEA LOR; SOMNUL COTILEDOANELOR

Schiță preliminară a somnului sau a mișcărilor nictitrope ale frunzelor — Prezența pulvinelor — Micșorarea radiației, cauză finală a mișcărilor nictitrope — Modalități de experimentare a frunzelor de *Oxalis*, *Arachis*, *Cassia*, *Melilotus*, *Lotus* și *Marsilea* și a cotiledoanelor de *Mimosa* — Observații finale asupra radierii frunzelor — Mici diferențe ale condițiilor determină diferențe mari ale rezultatelor — Descrierea poziției și a mișcărilor nictitrope ale cotiledoanelor la diferite plante — Lista speciilor — Observații finale — Independența mișcărilor nictitrope ale frunzelor și cotiledoanelor aceleiași specii — Motive de a admite că mișcările au fost dobîndite în scop special.

Așa numitul somn al frunzelor este un fenomen atît de evident, încît a fost observat încă din timpul lui Pliniu[1]; și de cînd Linné și-a publicat renumita sa lucrare *Somnus Plantarum*, ea a constituit subiectul a numeroase memorii. Multe flori se închid noaptea și despre acestea se spune de asemenea că dorm; aici însă nu ne ocupăm de mișcările lor, deoarece, cu toate că sînt executate cu ajutorul aceluiași mecanism ca și în cazul frunzelor tinere, și anume prin creșterea inegală a părților opuse (dovedită pentru prima dată de Pfeffer), totuși ele se deosebesc în mod esențial prin faptul că sînt excitate mai ales de schimbări de temperatură și nu de schimbări de lumină; și că sînt efectuate, pe cît putem judeca, într-un scop diferit. Aproape nimeni nu presupune că există vreo analogie reală între somnul animalelor și cel al plantelor[2], fie el al frunzelor sau al florilor. De aceea este recomandabil să se dea nume deosebite așa-numitelor mișcări de somn ale plantelor. De asemenea, sub termenul de mișcări periodice, mișcările de somn ale plantelor au fost în general confundate cu ușoara ridicare și aplecare zilnică a frunzelor, mișcare ce a fost descrisă în capitolul al IV-lea; aceasta face și mai de dorit acordarea unui nume distinct mișcărilor de somn. Termenii de nictitropism și nictitrop, adică revenirea nocturnă [la o poziție], pot fi aplicați atît la frunze, cît și la flori și vor fi ocazional întrebuințați de noi; cel mai bine ar fi însă ca termenul să fie limitat la frunze. Frunzele unui mic număr de plante se mișcă fie în

[1] Pfeffer a făcut o schiță clară și interesantă asupra istoriei acestui subiect în lucrarea sa *Die periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 163.

[2] Cl. Royer trebuie totuși exceptat; vezi „Annal. des Sc, Nat.", (Seria a 5-a, Bot., 1868, vol. IX, p. 378.

sus, fie în jos atunci cînd le luminează intens soarele și uneori această mișcare a fost denumită somn diurn; credem însă că mișcarea este de o natură esențial diferită de mișcarea nocturnă și va fi examinată pe scurt într-un capitol viitor.

Somnul sau nictitropismul frunzelor este un subiect mare și credem că planul cel mai convenabil este ca mai întîi să dăm o scurtă relatare asupra poziției pe care o adoptă frunzele noaptea și asupra avantajelor astfel dobîndite. Apoi, în capitolul de față se vor descrie în detaliu cazurile mai deosebite ale acestei mișcări la cotiledoane, iar ale frunzelor în capitolul următor. Se va arăta, în sfîrșit, că aceste mișcări rezultă din circumnutația mult modificată și reglementată de alternanțele zilei și nopții sau ale luminii și întunericului; se va arăta însă că, într-o anumită măsură, aceste mișcări sînt ereditare.

Frunzele, atunci cînd adorm, se mișcă fie în sus, fie în jos sau în cazul foliolelor frunzelor compuse ele se mișcă înainte, adică înspre vîrful frunzei sau înapoi, adică spre baza ei; sau iarăși, ele se pot roti în jurul propriilor lor axe fără să se miște nici în sus, nici în jos. Însă în aproape fiecare caz, planul limbului este astfel așezat încît el stă noaptea complet vertical sau aproape vertical. De aceea vîrful sau baza sau oricare din marginile laterale pot fi îndreptate înspre zenit. De altfel, suprafața superioară a fiecărei frunze și mai ales a fiecărei foliole vine adesea în contact strîns cu cea opusă; și uneori aceasta se efectuează prin mișcări neobișnuit de complicate. Acest fapt sugerează că suprafața superioară necesită mai multă protecție decît cea inferioară. De exemplu la *Trifolium*, după ce noaptea foliola terminală se întoarce în sus pentru a sta vertical, ea continuă adesea să se curbeze pînă ce suprafața superioară este îndreptată în jos, în timp ce suprafața inferioară este complet expusă spre cer; și astfel se formează un acoperiș curbat deasupra celor două foliole laterale, ale căror suprafețe superioare se strîng tare una de cealaltă. Este cazul neobișnuit al uneia dintre foliole care noaptea nu stă vertical sau stă aproape vertical.

Avînd în vedere că frunzele adoptînd pozițiile lor nictitrope se mișcă adesea într-un unghi de 90°, că seara mișcarea este rapidă, că unele cazuri, după cum vom vedea în capitolul următor, mișcarea lor este extraordinar de complicată, că la anumite plantule, destul de bătrîne pentru a purta frunze adevărate, cotiledoanele noaptea se mișcă vertical, în sus, pe cînd foliolele în același timp se mișcă vertical în jos și că la același gen frunzele sau cotiledoanele cîtorva specii se mișcă în sus, pe cînd cele ale altor specii se mișcă în jos, din aceste fapte și din altele asemănătoare este aproape imposibil să te îndoiești că plantele trebuie să obțină vreun mare avantaj de la capacități de mișcare așa de remarcabile.

Mișcările nictitrope ale frunzelor și cotiledoanelor sînt efectuate în două feluri [3], mai întîi prin pulvine, la care, după cum a arătat Pfeffer, părțile opuse devin alternativ turgescente, iar în al doilea rînd prin intensificarea creșterii de-a lungul uneia din laturile pețiolului sau ale nervurii mediane și apoi pe latura opusă; Batalin a fost primul care a dovedit aceasta [4]. Însă deoarece de Vries [5] a arătat că în aceste din urmă cazuri intensificarea creșterii este precedată de creșterea turgescenței celulelor, deosebirea dintre cele două mijloace de mișcare se micșorează mult. Deosebirea constă mai ales în faptul că turgescența celulelor unei pulvine deplin dezvoltate nu este urmată de creștere. Cînd se compară mișcările frunzelor sau cotiledoanelor prevăzute sau lipsite de pulvină se constată că

[3] Această distincție a fost indicată de către Dassen în 1837 (după Pfeffer, *Die periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 161).

[4] „Flora", 1873, p. 433.

[5] „Bot. Zeitung", 19 decembrie 1879, p. 830.

ele sînt foarte asemănătoare și par efectuate în același scop. Avînd în vedere țelul nostru, nu pare recomandabil să separăm cele două serii de cazuri [descrise] mai sus în două categorii distincte. Există totuși o deosebire importantă între ele, și anume că mișcările efectuate prin creșterea alternativă a laturilor, sînt limitate la frunzele tinere în dezvoltare, pe cînd mișcările efectuate cu ajutorul unei pulvine durează timp îndelungat. Am văzut mai sus exemple foarte nete ale acestui din urmă fapt la cotiledoane, și de asemenea și la frunze, după cum a observat atît Pfeffer, cît și noi înșine. Durata mare a mișcărilor nictitrope atunci cînd sînt efectuate cu ajutorul pulvinelor indică, pe lîngă dovada expusă mai sus, importanța funcțională a unor asemenea mișcări pentru plantă. Există o altă deosebire între cele două grupe și anume că niciodată sau numai rare ori există vreo torsiune a frunzelor, afară de cazul cînd există o pulvină [6]; această afirmație se aplică însă numai mișcărilor periodice sau nictitrope, după cum se poate deduce din alte cazuri citate de Frank [7].

Frunzele multor plante se așază noaptea în poziții foarte diferite de cele pe care le au în timpul zilei, avînd ca punct comun faptul că suprafețele lor superioare evită să stea cu fața la zenit, ca și faptul că adesea ele ajung în contact strîns cu frunzele sau foliolele opuse; toate acestea, după părerea noastră, indică în mod clar că ceea ce se realizează [prin aceste mișcări] este protecția suprafețelor superioare contra răcirii lor în cursul nopții prin radiații. Probabil că suprafața superioară necesită mai multă protecție decît cea inferioară, întrucît acestea două se deosebesc prin funcție și structură. Toți grădinarii știu că plantele suferă din cauza radiației. Aceasta este cauza și nu vînturile reci de care se tem țăranii din sudul Europei pentru măslinii lor [8]. Plantulele sînt adesea protejate în contra radiației printr-un acoperămînt foarte subțire de paie, iar pomii fructiferi sînt protejați pe laturi prin cîteva ramuri de brad sau chiar printr-o plasă de pescuit suspendată deasupra lor. Există o varietate de agrișe [9] ale căror flori fiind produse înaintea frunzelor nu sînt protejate de acestea în contra radiației și de aceea deseori ei nu reușesc să producă fructe. Un excelent observator [10] a remarcat că o varietate de cireș avea petalele florilor foarte răsucite în afară și după un ger aspru toate stigmatele au fost omorîte; pe cînd în același timp, la o altă varietate cu petalele răsucite spre interior stigmatele nu erau de loc atinse.

Dacă la acea vreme ar fi fost cunoscut principiul radiațiilor, prin mintea lui Linné ar fi trecut, fără îndoială, ipoteza că somnul frunzelor le apără noaptea de a nu îngheța din cauza radiațiilor; [susținem aceasta] deoarece în multe părți ale lucrării sale *Somnus Plantarum* Linné sugerează ideea că poziția frunzelor noaptea apără de vînturile reci tulpinile tinere, mugurii și adesea și inflorescența tînără. Sîntem departe de a ne îndoi că planta poate dobîndi în acest fel un avantaj suplimentar și am observat că la mai multe plante, ca de exemplu la *Desmodium gyrans*, în timp ce limbul frunzei se apleacă noaptea drept în jos, pețiolul se ridică, așa încît limbul pentru a-și ocupa poziția sa verticală trebuie să descrie un unghi mai mare decît ar fi fost necesar; dar rezultatul [acestor mișcări] este că toate frunzele de pe aceeași plantă se strîng unele contra altora ca pentru a se apăra reciproc.

Ne-am îndoit la început că radiația ar influența într-o măsură importantă obiecte atît de subțiri cum sînt multe cotiledoane și frunze și mai ales ar influența

[6] Pfeffer, *Die periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 159.

[7] *Die nat. wagerechte Richtung von Pflanzentheilen*, 1870, p. 52.

[8] Martins în „Bull. Soc. Bot. de France", 1872, vol. XIX, Wells, în celebrul său *Essay on Dens* (*Studii asupra rouăi*), observă că un termometru expus se ridică de îndată ce chiar un nouraș alburiu trece pe cer.

[9] De Rivers în „Gardener's Chron.", 1866, p. 732.

[10] „London's Gardener's Magasine", 1828, vol. IV, p. 112.

în mod diferit suprafețele lor superioare și inferioare; deoarece, cu toate că temperatura suprafețelor lor superioare ar scădea fără îndoială atunci cînd ar fi expuse liber sub un cer senin, ne-am gîndit totuși că ele ar prelua atît de repede prin conductibilitate temperatura aerului înconjurător, încît cu greu ar putea să apară o deosebire sensibilă dacă ar sta orizontal și ar radia spre cer sau dacă ar sta vertical și ar radia în special într-o direcție laterală spre plantele sau spre obiectele înconjurătoare. De aceea ne-am străduit să stabilim unele lucruri asupra acestui subiect, împiedicînd frunzele mai multor plante să doarmă și expunînd unei temperaturi sub punctul de îngheț aceste frunze, precum și altele de pe aceleași plante care luaseră de acum poziția lor nocturnă verticală către cer. Experiențele noastre arată că frunzele astfel obligate să rămînă în poziție orizontală noaptea, au fost mult mai atinse de ger decît cele care au fost lăsate să-și ia poziția normală verticală. Se poate spune totuși că concluziile trase din asemenea observații nu se pot aplica plantelor care dorm, din țările unde nu există geruri. În toate țările însă și în toate anotimpurile frunzele trebuie să fie expuse răcirii nocturne prin radiație, care le poate fi, într-o oarecare măsură, dăunătoare și de care ar putea scăpa luînd o poziție verticală.

În experiențele noastre, frunzele erau împiedicate să-și adopte poziția nictitropă, în general fiind legate cu cele mai subțiri ace entomologice (care nu le-a dăunat în mod sensibil) de foi subțiri de plută susținute pe bețe. În unele cazuri însă ele au fost fixate de benzi înguste de carton, iar în altele peţiolurile s-au trecut prin crăpăturile făcute în plută. Frunzele au fost mai întîi strîns legate de plută, deoarece, cum aceasta este un prost conducător [de căldură] și cum frunzele nu erau expuse perioade îndelungate, ne-am gîndit că pluta, care a fost ținută în casă, le va încălzi foarte puțin; așa încît dacă ele ar fi fost atinse de ger într-un grad mai mare decît frunzele verticale libere, dovada ar fi fost cu atît mai puternică în sensul că poziția orizontală este dăunătoare. Am constatat însă atunci că în rezultate există o mică deosebire care nu putea fi detectată decît în mod întîmplător: frunzele care au fost strîns fixate sufereau relativ mai mult decît cele fixate cu ace foarte lungi și subțiri, astfel încît ele puteau să stea cu 1,25 pînă la 1,875 cm deasupra plutei. Această deosebire de rezultate ciudate prin ele însele arată că o foarte mică diferență în condițiile [experimentale] influențează gradul de dăunare provocată; diferența poate fi atribuită, după părerea noastră, faptului că aerul înconjurător mai cald nu circulă liber sub frunzele strîns fixate cu ace și astfel putea să le încălzească puțin. Această concluzie este susținută de cîteva fapte analoge care vor fi date mai jos.

Vom descrie acum în detaliu experiențele care au fost încercate. Ele au fost anevoioase din motivul că nu am fost în măsură să prevedem cît frig puteau suporta frunzele diferitelor specii. Multor plante li s-au ucis toate frunzele, atît cele care erau legate într-o poziție orizontală, cît și cele care au fost lăsate să doarmă — adică să se ridice sau să se aplece drept în jos. De asemenea, altor plante nu li s-a alterat de loc nici o frunză și acestea a trebuit să fie expuse din nou fie un timp mai îndelungat, fie la temperaturi mai joase.

Oxalis acetosella. — Un ghiveci foarte mare, plin pînă la acoperire cu 300—400 de frunze, a fost ținut toată iarna în seră. Dintre acestea, șapte frunze orizontale desfăcute au fost fixate cu ace și expuse afară la 16 martie timp de două ore, cerul fiind senin, iar temperatura ierbii înconjurătoare fiind de —4°C. În dimineața următoare toate cele șapte frunze au fost găsite complet ucise, cum erau și multe dintre frunzele libere care mai înainte luaseră

poziția de somn; s-au cules aproximativ o sută din acestea; ele erau fie moarte, fie îngălbenite, fie suferinde. Unele frunze au arătat că fuseseră ușor suferinde prin faptul că toată ziua următoare ele nu s-au deschis, dar ulterior ele și-au revenit. Deoarece toate frunzele desfăcute și fixate [cu ace] au fost ucise și numai o treime sau un sfert din celelalte au fost fie omorîte, fie atinse [de ger], am obținut o oarecare mică dovadă că frunzele împiedicate de a lua poziția lor verticală, atîrnîndă, au suferit cel mai mult.

Noaptea următoare (în 17) era senină și aproape tot atît de friguroasă (—3° pînă la —4°C pe iarbă) și ghiveciul a fost iarăși expus, însă de data aceasta timp de numai 30 de minute. Opt frunze fuseseră fixate cu ace și în dimineața următoare, două din ele erau moarte, pe cînd nici una din celelalte frunze de pe numeroase alte plante nu suferise de loc.

În ziua de 23, ghiveciul a fost expus timp de 1 oră și 30 de minute, cînd temperatura pe iarbă era numai de —2°C și nici o frunză nu a suferit; frunzele fixate, desfăcute erau însă cu 1,25 pînă la 1,875 cm deasupra plutei. În ziua de 24 [martie] ghiveciul a fost pus din nou pe pămînt și expus afară timp de 35—40 min, cerul fiind senin. Din greșeală termometrul a fost lăsat pe un cadran solar învecinat, înalt de 90 cm, în loc de a fi pus pe iarbă; el a înregistrat de la —3,3 la —3,8°C, însă, cînd a fost examinat după o oră, el indica —5,5°C, așa încît ghiveciul a fost expus la o temperatură puțin mai joasă decît în primele două ocazii. Opt frunze fuseseră fixate cu ace, unele foarte aproape de plută, iar altele deasupra ei și în dimineața următoare cinci din ele (adică 63%) au fost găsite moarte. Numărînd o parte din frunze, am apreciat că circa 250 fuseseră lăsate să doarmă și din acestea aproximativ 20 erau moarte (adică numai 8%), iar aproximativ 30 erau suferinde.

Avînd în vedere aceste cazuri, nu poate exista îndoială că atunci cînd sînt lăsate noaptea în poziția lor normală verticală, atîrnîndă, frunzele acestui *Oxalis* sufereau de ger mult mai puțin decît frunzele (în număr de 23) ale căror suprafețe superioare fuseseră expuse spre zenit.

Oxalis carnosa. — O plantă din această specie chiliană a fost expusă timp de 30 de minute sub cerul senin, cu cîteva din frunzele sale fixate cu ace, desfăcute, cînd termometrul de pe iarbă arăta —2 C și nici o frunză de pe această plantă stufoasă nu a fost cîtuși de puțin atinsă [de frig]. La 16 martie o altă plantă a fost expusă la fel, timp de 30 min, cînd temperatura de pe iarbă era puțin mai scăzută, adică între —3 și —4°C. Șase dintre frunze fuseseră fixate desfăcute și în dimineața următoare s-a constatat că cinci dintre ele erau foarte îngălbenite. Planta era mare și nici una din frunzele libere care dormeau și atîrnau drept în jos nu au îngălbenit, afară de patru frunze foarte tinere. Alte trei frunze însă, cu toate că nu au îngălbenit, erau cam flasce și și-au păstrat poziția nocturnă în tot cursul zilei următoare. Ulterior același ghiveci a fost expus timp de 35—40 min pe o noapte puțin mai rece și toate frunzele, atît cele fixate desfăcute cît și cele libere, au pierit. Pot adăuga că două ghivece cu *O. corniculata* (var. *atro-purpurea*) au fost expuse timp de 2 și 3 ore sub cerul senin, cînd temperatura pe iarbă era de —2°C și nici una din frunzele libere sau din cele fixate cu ace nu era cîtuși de puțin suferindă.

Arachis hypogaea. — Un ghiveci cu cîteva plante a fost expus noaptea timp de 30 min sub cer senin, cînd temperatura ierbii învecinate era de —2°C și două nopți mai tîrziu a fost expus iarăși la aceeași temperatură, însă de data aceasta timp de 1 oră și 30 min. În nici una din aceste două cazuri, nici o frunză, fixată desfăcută sau liberă, nu a fost atinsă [de frig]; ceea ce m-a surprins mult, avînd în vedere țara lor de baștină, Africa tropicală. Două plante au fost apoi expuse (la 16 martie) timp de 30 min sub cer senin, cînd temperatura ierbii înconjurătoare era de data aceasta mai scăzută și anume între —3 și —4°C, și toate cele patru frunze fixate cu ace și desfăcute s-au înnegrit și au pierit. Aceste două plante aveau alte 22 de frunze libere (în afară de cîteva foarte tinere în formă de muguri) și numai două dintre acestea au pierit, iar trei erau puțin suferinde; adică 23% au pierit sau au fost vătămate, pe cînd toate cele patru fixate cu ace și desfăcute au pierit de tot.

În altă noapte, două ghivece cu mai multe plante au fost expuse între 26 și 40 min sub cer senin — la o temperatură poate puțin mai scăzută, deoarece un termometru de pe un cadran solar situat în imediata apropiere la 90 cm înălțime arăta —3,3° și —3,8°C. Într-unul din ghivece trei frunze au fost desfăcute și fixate cu ace; toate au fost foarte alterate; din cele 44 de frunze, 26, adică 59%, au fost atinse [de ger]. În celălalt ghiveci 3 frunze au fost desfăcute și fixate cu ace și toate au pierit, alte patru au fost împiedicate să doarmă lipindu-se de-a curmezișul lor benzi înguste de hîrtie rigidă și toate au pierit; din 24 de frunze libere 10 au pierit, 2 au fost foarte atinse [de ger] și 12 neatinse; adică 50% din frunzele libere fie că au pierit, fie că au fost foarte atinse [de ger]. Considerînd cele două

ghivece împreună, putem spune că puțin mai mult de jumătate din frunzele libere care dormeau au pierit sau au fost atinse [de ger], în vreme ce toate cele zece frunze întinse orizontal, care fuseseră împiedicate să adoarmă au pierit sau au fost foarte suferinde.

Cassia floribunda. — O tufă a fost expusă noaptea timp de 10 min afară sub cer senin, temperatura ierbii înconjurătoare fiind de —2°C și nici o singură frunză nu a fost alterată [de frig] [11]. Ea a fost iarăși expusă într-o altă noapte timp de o oră, cînd temperatura ierbii era de —4°C și acum frunzele de pe o tufă mare, în deosebi cele fixate orizontal, desfăcute sau libere, au pierit fiind înnegrite și zbîrcite, în afară de cele de pe o ramură mică situată foarte jos, foarte puțin apărată de frunzele de pe ramurile de deasupra. O altă tufă înaltă, cu patru dintre frunzele ei compuse fixate cu ace și întinse orizontal, a fost ulterior expusă (temperatura ierbii înconjurătoare era exact aceeași, adică —4°C), însă numai timp de 30 min. În dimineața următoare toate foliolele de pe aceste patru frunze pieriseră, iar suprafețele lor superioare și cele inferioare erau complet înnegrite. Dintre numeroasele frunze libere de pe tufă, numai șapte erau înnegrite și dintre acestea numai una singură (care era o frunză mai tînără și mai delicată decît toate cele fixate cu ace) era înnegrită pe ambele suprafețe ale foliolelor sale. Contrastul în această ultimă privință s-a văzut clar la o frunză liberă care era situată între două frunze desfăcute și fixate cu ace, deoarece suprafața inferioară a foliolelor lor era neagră ca cerneala, pe cînd frunza liberă intermediară, cu toate că era foarte alterată, încă mai păstra o nuanță evidentă verde pe suprafața inferioară a foliolelor sale. Această tufă a arătat în mod izbitor efectele nefaste ale împiedicării frunzelor ca să ia noaptea poziția lor normală, atîrnîndă, întrucît dacă toate ar fi fost împiedicate să o facă, cu siguranță că absolut toate frunzele de pe tufă ar fi pierit din cauza acestei expuneri de numai 30 min. În timpul aplecării lor spre seară, frunzele se răsucesc, așa încît suprafața superioară se întoarce spre interior și este astfel mai bine apărată decît suprafața inferioară întoarsă în afară. Totuși, întotdeauna suprafața superioară era mai înnegrită decît cea inferioară, ori de cîte ori se putea percepe vreo diferență între ele; nu știm însă dacă aceasta se datorește faptului că celulele aproape de suprafața superioară sînt mai delicate sau numai unei mai mari bogății a lor în clorofilă.

Melilotus officinalis. — Un ghiveci mare cu multe plante, care a fost ținut în timpul iernii în seră, a fost expus sub cerul senin, noaptea, timp de 5 ore, la un ger ușor. Patru frunze au fost [desfăcute și] fixate cu ace și acestea au pierit după cîteva zile, însă tot așa au pierit și multe dintre frunzele libere. Din această experiență nu s-a putut ajunge la concluzii sigure, cu toate că ea a indicat că frunzele întinse orizontal au suferit cel mai mult. Un alt ghiveci mare cu multe plante a fost apoi expus afară timp de o oră, cînd temperatura ierbii înconjurătoare era mai scăzută, adică de —3 — 4°C. Zece frunze au fost fixate cu ace și rezultatul a fost izbitor, deoarece în dimineața următoare s-a constatat că toate erau foarte atinse de ger sau că au murit, iar nici una din numeroasele frunze libere de pe mai multe plante nu au fost atinse de loc de ger, cu excepția, îndoielnică, a două sau trei frunze foarte tinere.

Melilotus italica. Șase frunze au fost fixate orizontal cu ace, trei cu suprafețele superioare și trei cu cele inferioare întoarse spre zenit. Plantele au fost expuse 5 ore sub cerul senin, temperatura pe sol fiind de aproximativ —1°C. În dimineața următoare cele șase frunze fixate și desfăcute păreau mai alterate chiar decît cele mai tinere și mai delicate și decît cele libere de pe aceleași ramuri. Expunerea a fost totuși prea lungă, întrucît, după un interval de cîteva zile, multe dintre frunzele libere păreau într-o stare aproape tot atît de proastă ca și cele fixate cu ace. Nu a fost posibil să hotărîm dacă frunzele cu suprafețele superioare sau cele cu suprafețele inferioare întoarse către zenit au suferit cel mai mult.

Melilotus suaveolens. — Cîteva plante cu 8 frunze fixate cu ace au fost expuse timp de 2 ore sub cerul senin, temperatura ierbii înconjurătoare fiind de —2°C. În dimineața următoare 6 din aceste 8 frunze nu mai erau turgescente. Pe plantă existau circa 150 de frunze libere și nici una nu era alterată, în afară de 2 sau 3 foarte tinere. Însă după două zile, plantele fiind aduse înapoi în seră, cele 6 frunze fixate cu ace și-au revenit.

Melilotus taurica. Mai multe plante au fost expuse timp de 5 ore în decursul a două nopți, sub cerul senin și la un ger ușor, și puțin vînt și 5 frunze care au fost fixate cu ace au suferit mai mult decît cele de deasupra și de dedesubt de pe aceleași ramuri

[11] *Cassia laevigata* a fost expusă sub cer senin timp de 35 min, iar *C. calliantha* (o specie din Guyana) timp de 60 min, temperatura ierbii înconjurătoare fiind de —2°C și nici una nu a fost cîtuși de puțin atinsă [de frig]. Însă cînd *C. laevigata* a fost expusă o oră, temperatura ierbii înconjurătoare fiind între —3 și —4°C, toate frunzele au pierit.

care au dormit. Un alt ghiveci, care fusese de asemenea ţinut în seră, a fost expus 35—40 min sub un cer senin, temperatura ierbii înconjurătoare fiind între —3 şi —4°C. Nouă frunze fuseseră fixate cu ace şi toate nouă au pierit. Pe aceleaşi plante existau 210 frunze libere care fuseseră lăsate să doarmă şi dintre acestea aproximativ 80 au pierit, adică numai aproximativ 38%.

Melilotus petitpierreana. — Plantele au fost expuse sub un cer senin timp de 35—40 min, temperatura ierbii înconjurătoare fiind între —3 şi —4°C. Şase frunze au fost fixate cu ace în aşa fel, încît să stea cam cu 1,25 cm deasupra plutei, iar 4 foarte aproape de ea. Toate aceste 10 frunze au pierit, însă cele fixate cu ace foarte aproape de plută au suferit cel mai mult, deoarece 4 din cele 6 care stăteau deasupra plutei încă mai păstrau mici pete verzi. Un număr considerabil dintre frunzele libere, însă nu toate, au pierit sau au fost foarte vătămate, pe cînd cele fixate cu ace au pierit toate.

Melilotus macrorrhiza.— Plantele au fost expuse la fel ca şi în cazul precedent. Şase frunze au fost fixate orizontal cu ace şi cinci dintre ele, adică 83%, au pierit. Am apreciat că existau 200 de frunze libere pe aceste plante şi din acestea aproximativ 50 au pierit, iar 20 erau foarte suferinde, aşa încît circa 35% dintre plantele libere au pierit sau au fost vătămate.

Lotus aristata. — Şase plante au fost expuse timp de aproape 5 ore sub un cer senin, temperatura ierbii înconjurătoare fiind de —1,5°C. Patru frunze au fost fixate orizontal cu ace şi două dintre acestea au suferit mai mult decît cele de deasupra sau de dedesubt, de pe aceleaşi ramuri, care fuseseră lăsate să doarmă. Un fapt destul de remarcabil este că un număr de plante de *Lotus jacobaeus*, care creşte într-o ţară atît de caldă ca insulele Capului Verde, au fost expuse o noapte sub un cer senin, cînd temperatura ierbii înconjurătoare era de —2°C şi o a doua noapte timp de 30 de min la o temperatură a ierbii între —3 şi —4°C şi nici o singură frunză, fixată cu ace sau liberă, nu a fost cîtuşi de puţin alterată.

Marsilia quadrifolia. — O plantă mare din această specie — singura plantă criptogamă despre care se ştie că doarme — a fost expusă timp de 1 oră şi 35 min sub un cer senin, cu cîteva frunze fixate cu ace, temperatura pe solul înconjurător fiind de —2°C şi nici o singură frunză nu a suferit. După un interval de cîteva zile planta a fost iarăşi expusă o oră sub cer senin, cu temperatura pe solul înconjurător mai joasă, anume de —4°C. Şase frunze fuseseră fixate orizontal cu ace şi toate au pierit. Planta emisese lungi tulpini tîrîtoare şi acestea au fost înfăşurate cu o cuvertură pentru a le apăra de solul îngheţat şi de radiaţie; un mare număr de frunze care adormiseră au fost lăsate însă expuse liber şi dintre acestea numai 12 au pierit. După un alt interval de timp această plantă cu 9 frunze fixate cu ace a fost expusă din nou, timp de o oră, temperatura solului fiind iarăşi de —4°C. Şase frunze au pierit, iar una care la început nu părea suferindă a devenit ulterior vargat-cafenie. Jumătate sau trei sferturi din frunzele ramurilor tîrîtoare culcate pe solul îngheţat au pierit însă, dintre celelalte numeroase frunze de pe plantă, singurele care puteau realmente fi comparate cu cele fixate cu ace, nici una nu părea la prima vedere să fi pierit, însă la o examinare atentă s-a constatat că 12 pieriseră. După un alt interval de timp, planta cu 9 frunze fixate cu ace a fost expusă timp de 35—40 min sub un cer senin şi la aproape aceeaşi temperatură sau poate puţin mai scăzută (întrucît printr-un accident termometrul fusese lăsat pe un cadran solar foarte aproape) şi 8 dintre aceste frunze au pierit. Foarte multe dintre frunzele libere (cele de pe ramurile tîrîtoare nefiind luate în consideraţie) au pierit, însă în comparaţie cu cele rămase sănătoase numărul lor era mic. În sfîrşit, luînd împreună cele trei experienţe, dintre 24 de frunze, întinse orizontal, expuse la radiaţie şi direct spre zenit, 20 au pierit şi una a fost alterată; pe cînd o proporţie relativ foarte mică dintre frunzele care fuseseră lăsate să adoarmă cu foliolele lor atîrnînd vertical pieriseră sau fuseseră vătămate.

Cotiledoanele mai multor plante au fost preparate pentru experimentare în timpul nopţilor senine şi reci, însă vremea era blîndă şi nu am reuşit decît într-un singur caz să obţin plantule de vîrstă potrivită. Cotiledoanele a 6 plantule de *Mimosa pudica* au fost fixate pe plută, desfăcute, fiind astfel expuse timp de 1 oră şi 45 min sub un cer senin, cu temperatura solului înconjurător de —1,5°C; dintre acestea, 3 plantule au pierit. Celelalte două plantule, după ce cotiledoanele s-au ridicat în sus şi s-au închis, au fost îndoite şi fixate în aşa fel, încît ele stăteau orizontal, cu suprafaţa inferioară a unui cotiledon complet expusă spre cer şi ambele aceste plantule au pierit. De aceea, din cele 8 plantule experimentate în acest fel, 5, adică mai mult de jumătate au pierit. Alte 7 plantule, cu cotiledoanele în pozi-

ție nocturnă, normală, adică verticală și închisă, au fost expuse în același timp, și dintre acestea numai două au pierit [12]. Se pare deci, în măsura în care aceste cîteva încercări dovedesc ceva, că noaptea poziția verticală a cotiledoanelor de *Mimosa pudica* le apără într-o oarecare măsură de efectele nocive ale radiației și frigului.

OBSERVAȚII FINALE ASUPRA RADIAȚIEI NOCTURNE LA FRUNZE

Am expus în două ocazii, în timpul verii, sub un cer senin, mai multe foliole de *Trifolium pratense* fixate cu ace și desfăcute, ridicate în mod natural noaptea și de *Oxalis purpurea* care noaptea se apleacă în mod natural (plantele crescînd în aer liber) și le-am observat în mai multe dimineți consecutive, după ce își luaseră poziția lor diurnă. Era în general evidentă diferența în cantitatea de rouă de pe foliolele fixate cu ace și desfăcute și de pe cele care adormiseră; ultimele fiind uneori absolut uscate, pe cînd foliolele care fuseseră ținute orizontal erau acoperite cu picături mari de rouă. Aceasta arată diferența de temperatură dintre foliolele complet expuse, și cele care stăteau aproape vertical, fie în sus sau în jos, în cursul nopții.

Din diferitele cazuri arătate mai sus nu poate exista îndoială că poziția frunzelor noaptea le influențează în așa măsură temperatura prin radiație, încît atunci cînd în timpul gerului sînt expuse sub un cer senin, poziția frunzelor devine o problemă de viață și de moarte. De aceea, avînd în vedere că poziția lor nocturnă este atît de bine adaptată pentru a reduce radiația, putem admite ca foarte probabil că obiectivul realizat prin mișcările lor de somn, adesea complicate, este de a reduce gradul lor de răcire în cursul nopții. Or, trebuie avut în vedere că suprafața superioară este cea care este astfel apărată, întrucît nu este niciodată îndepărtată spre zenit și este adesea adusă în contact strîns cu suprafața superioară a unei frunze sau foliole opuse.

Nu am reușit să obținem dovezi suficiente dacă protecția mai bună a suprafeței superioare a fost dobîndită din cauză că ea este mai ușor atinsă decît suprafața inferioară sau că alterarea ei constituie un rău mai mare pentru plantă. Că există o oarecare deosebire de constituție între cele două suprafețe [ale frunzei] se vede din următoarele cazuri: *Cassia floribunda* a fost expusă sub un cer senin pe o noapte foarte geroasă; mai multe dintre foliolele sale au luat poziția lor nocturnă, atîrnîndă, cu suprafețele lor inferioare întoarse în afară, așa încît ele erau expuse oblic față de zenit; acestor foliole li s-au înnegrit mai puțin suprafețele inferioare decît suprafețele superioare întoarse spre interior și în contact strîns cu cele ale foliolelor opuse. De asemenea, un ghiveci plin cu plante de *Trifolium resupinatum*, ținute trei zile într-o cameră caldă, a fost scos la aer liber (21 septembrie) pe o noapte senină și aproape geroasă. În dimineața următoare zece dintre foliolele terminale au fost examinate la microscop. Cînd adorm, aceste foliole se întorc vertical în sus, sau, în mod mai obișnuit, se curbează puțin peste foliolele laterale, așa încît suprafețele lor inferioare sînt mai expuse spre zenit decît suprafețele lor superioare. Totuși, șase dintre aceste zece foliole erau vizibil mai galbene pe suprafața superioară decît pe cea infe-

[12] Sîntem surprinși de a vedea că plantulele unei plante tropicale ca *Mimosa pudica* au putut rezista atît de bine la expunerea timp de 1 oră și 45 min sub un cer senin, la o temperatură a solului înconjurător de —1,5°C. S-ar putea adăuga că plantulele de *Cassia pubescens* indiană au fost expuse timp de o oră și 30 min sub un cer senin, în timp ce temperatura solului înconjurător era de —2°C și ele nu au fost de loc alterate.

rioară și mai expusă. La celelalte patru rezultatul nu era atît de clar, însă deosebirea care exista tindea [să arate] că suprafața superioară a suferit cel mai mult.

S-a arătat că unele dintre foliolele cu care s-a experimentat au fost fixate aproape de plută, iar altele la o înălțime de la 1,25 la 1,875 cm deasupra ei și că ori de cîte ori, după expuneri la ger, se putea detecta vreo deosebire în starea lor, cele fixate cu ace aproape [de plută] sufereau cel mai mult. Am atribuit această deosebire faptului că aerul, nerăcit de radiație, a fost împiedicat să circule liber pe sub foliolele fixate strîns cu ace. Într-o ocazie s-a arătat clar că realmente exista o diferență de temperatură la frunzele tratate cu aceste două metode diferite, deoarece după expunerea unui ghiveci cu plante de *Melilotus dentata* timp de 2 ore sub un cer senin (temperatura ierbii înconjurătoare era de —2°C), era evident că bruma rezultată din roua înghețată era mai multă pe foliolele fixate strîns cu ace, decît pe cele care stăteau orizontal puțin deasupra plutei. De asemenea, vîrfurile cîtorva foliole care fuseseră fixate aproape de plută proeminau puțin dincolo de margine, așa încît aerul putea circula ușor în jurul lor. Aceasta s-a întîmplat cu șase foliole de *Oxalis acetosella* și cu siguranță că vîrfurile lor au suferit ceva mai puțin decît restul acelorași foliole, deoarece în dimineața următoare ele încă mai erau puțin verzi. Același rezultat, chiar mai clar, s-a obținut în două cazuri în care foliolele de *Melilotus officinalis* proeminau puțin dincolo de plută; în alte două cazuri, cîteva foliole care fuseseră fixate strîns cu ace aproape de plută au fost alterate, pe cînd alte foliole libere de pe aceleași frunze care nu au avut spațiu de rotire și nu și-au luat poziția verticală potrivită n-au suferit de loc.

Un alt fapt analog merită atenție: în mai multe cazuri am observat că față de celelalte ramuri, un număr mai mare de frunze libere au fost suferinde pe ramurile care au fost ținute nemișcate din cauză că unele din frunzele lor erau fixate cu ace pe plută. Acest fapt era evident la *Melilotus petitpierreana*, însă în acest caz frunzele alterate nu au fost de fapt urmărite. O plantă tînără de *Arachis hypogaea* cu 7 tulpini avea 22 de frunze libere și dintre acestea 5 au fost alterate de ger, toate fiind pe două tulpini la care patru frunze au fost fixate cu ace pe suporturile de plută. La *Oxalis carnosa*, 7 frunze libere au fost alterate și fiecare din ele aparținea unui mănunchi de frunze din care cîteva au fost fixate cu ace pe plută. Nu putem explica aceste cazuri decît presupunînd că ramurile care erau cu totul libere au fost ușor mișcate de vînt în toate părțile și că frunzele lor au fost astfel puțin încălzite de aerul înconjurător care era mai cald. Dacă ne ținem mîinile nemișcate în fața unui foc fierbinte și apoi le vînturăm în toate părțile, simțim imediat că ele se [răcesc]; și acesta este evident un caz analog, cu toate că invers. Aceste diferite fapte — în legătură cu frunzele fixate cu ace aproape sau puțin deasupra suporturilor de plută, pînă la vîrfurile proeminînd dincolo de ele și pînă la frunzele de pe ramurile ținute nemișcate — ne par curioase, arătînd cum o deosebire aparent neînsemnată poate determina vătămarea mai mare sau mai mică a frunzelor. Putem deduce chiar ca probabil că, din cauza gerului, distrugerea mai mică sau mai mare a frunzelor de pe o plantă care nu doarme poate depinde adesea de gradul mai mare sau mai mic de flexibilitate a pețiolurilor lor și a ramurilor care le poartă.

MIȘCĂRILE NICTITROPE SAU DE SOMN ALE COTILEDOANELOR

Ajungem acum la partea descriptivă a lucrării noastre, pe care o vom începe cu cotiledoanele, trecînd apoi în capitolul următor la frunze. Nu am întîlnit decît două note scurte despre cotiledoane care dorm. Hofmeister[13], după ce afirmă că cotiledoanele tuturor plantulelor de *Caryophylleae* (*Alsineae* și *Sileneae*) observate se curbează în sus noaptea (nu indică însă unghiul), observă că cele de *Stellaria media* se ridică astfel încît ele se ating reciproc; de aceea se poate spune fără grijă că ele dorm. În al doilea rînd, după Ramey[14], cotiledoanele de *Mimosa pudica* și de *Clianthus dampieri* se ridică aproape vertical noaptea și se apropie strîns unul de altul. S-a arătat într-un capitol anterior că cotiledoanele unui mare număr de plante se curbează puțin în sus noaptea și aici ajungem la întrebarea dificilă: la ce înclinație se poate afirma că ele dorm? După ipoteza pe care o susținem, nici o mișcare nu merită să fie numită nictitropă decît dacă a fost dobîndită în vederea reducerii radiației; acest lucru nu putea fi descoperit decît printr-o lungă serie de experiențe care să stabilească faptul că frunzele fiecărei specii sufereau dacă erau împiedicate să doarmă. De aceea a trebuit să fixăm o limită arbitrară. Dacă un cotiledon sau o frunză este aplecată cu 60° deasupra sau dedesubtul orizontalei, ea își expune aproximativ o jumătate din suprafață spre zenit; în consecință, intensitatea radiației sale va fi redusă cu aproximativ jumătate față de ce ar fi fost dacă cotiledonul sau frunza ar fi rămas în poziție orizontală. Acest grad de reducere ar însemna cu siguranță o mare deosebire pentru o plantă cu constituție delicată. De aceea vom afirma că un cotiledon și ulterior o frunză dorm numai atunci cînd ele se ridică noaptea, formînd un unghi de aproximativ 60° sau un unghi și mai mare deasupra orizontalei sau cînd se apleacă în aceeași măsură sub orizontală. Nu înseamnă însă că o reducere mai mică a radiației nu ar fi avantajoasă unei plante, ca în cazul lui *Datura stramonium*, ale cărei cotiledoane se ridică deasupra orizontalei de la 31° la amiază, la 55° noaptea. Napul suedez poate profita de faptul că suprafața frunzelor sale este redusă noaptea cu circa 30%, după cum apreciază M. A. S. Wilson, cu toate că în acest caz unghiul cu care s-au ridicat frunzele nu a fost notat. Pe de altă parte, atunci cînd unghiul de ridicare al cotiledoanelor sau al frunzelor este mic, de exemplu sub 30°, micșorarea radiației este atît de redusă, încît nu are nici o importanță pentru plantă. De exemplu, cotiledoanele de *Geranium ibericum* s-au ridicat noaptea pînă la 27° deasupra orizontalei, ceea ce ar reduce radiația cu numai 11%; cele de *Linum berendieri* s-au ridicat pînă la 33° și aceasta ar reduce radiația cu 16%.

Există însă alte motive de îndoială în privința somnului cotiledoanelor. În anumite cazuri, atunci cînd sînt tinere, cotiledoanele nu diverg ziua decît într-o măsură foarte mică, așa încît o mică ridicare noaptea, care știm că are loc la cotiledoanele multor plante, neapărat că le va face ca noaptea să ia o poziție verticală sau aproape verticală; în care caz ar fi pripit să deducem că mișcarea a fost efectuată într-un scop special. Din acest motiv am ezitat mult timp dacă trebuie să introducem mai multe cucurbitacee în lista următoare; însă din anumite motive, pe care le vom da îndată, am fost de părere că e mai bine ca ele să fie incluse, cel puțin temporar. Același motiv de îndoială se aplică și în

[13] *Die Lehre von der Pflanzenzelle*, 1867, p. 327.

[14] „Adansonia", 10 martie 1869.

alte cîteva cazuri, deoarece la începutul observațiilor noastre nu ne-am preocupat suficient întotdeauna de faptul dacă cotiledoanele stăteau la amiază aproape orizontal. La mai multe plantule, în decursul unei perioade scurte din viața lor, cotiledoanele iau noaptea o poziție foarte ridicată, încît apare în mod firesc o îndoială dacă această ridicare poate fi de vreun folos plantei. Totuși, în majoritatea cazurilor redate în lista de mai jos, se poate spune cu siguranță că atît cotiledoanele, cît și frunzele oricărei plante dorm. În două cazuri, și anume la varză și la ridiche, cotiledoanele se ridicau aproape vertical în primele cîteva nopți ale vieții lor; punîndu-se plantule tinere în clinostat, s-a constatat că mișcarea ascendentă nu se datora apogeotropismului.

Numele plantelor, ale căror cotiledoane stau noaptea într-un unghi de cel puțin 60° față de orizontală, sînt așezate în lista alăturată după același sistem ca cel urmat anterior. Numărul de ordine al familiilor, iar pentru leguminoase și numărul de ordine al triburilor au fost adăugate pentru a arăta cît de larg sînt răspîndite plantele respective în toată seria dicotiledonatelor. Sînt necesare cîteva observații în privința multora dintre plantele din listă. Făcînd aceasta va fi mai potrivit să nu urmăm strict ordinea sistematică, ci să tratăm *Oxalideae*-le și *Leguminosae*-le la sfîrșit, întrucît la aceste două familii cotiledoanele sînt în general prevăzute cu o pulvină, iar mișcările lor durează cu mult mai mult decît ale celorlalte plante din listă.

LISTA PLANTULELOR ALE CĂROR COTILEDOANE SE RIDICĂ SAU SE APLEACĂ NOAPTEA FORMÎND UN UNGHI DE CEL PUȚIN 60° DEASUPRA SAU DEDESUBTUL ORIZONTALEI

Brassica oleracea; *Cruciferae* (fam. 14)
— *napus* (după cum sîntem informați de prof. Pfeffer)
Raphanus sativus. *Cruciferae*
Githago segetum. *Caryophylleae* (fam. 26)
Stellaria media. *Caryophylleae* (citat după Hofmeister)
Anoda wrightii. *Malvaceae* (fam. 36)
Gossypium (var. bumbac de Nankin). *Malvaceae*
Oxalis rosea, *Oxalidae* (fam. 41)
— *floribunda*
— *articulata*
— *valdiviana*
— *sensitiva*
Geranium rotundifolium. *Geraniaceae* (fam. 47)
Trifolium subterraneum. *Leguminosae* (fam. 75, trib. 3)
— *strictum*
— *leucanthemum*
Lotus ornithopodoides. *Leguminosae* (trib. 4)
— *peregrinus*
— *jacobaeus*
Clianthus dampieri. *Leguminosae* (trib. 5) — după d. Ramey
Smithia sensitiva. *Leguminosae* (trib. 6)
Haematoxylon campechianum. *Leguminosae* (trib. 13) — după d. R. I. Lynch
Cassia mimosoides. *Leguminosae* (trib. 14)
— *glauca*
— *florida*
— *corymbosa*
— *pubescens*
— *tora*

— *neglecta*
— alte 3 specii braziliene nenumite
Bauhinia (sp.?). *Leguminosae* (trib. 15)
Neptunia oleracea. *Leguminosae* (trib. 20)
Mimosa pudica. *Leguminosae* (trib. 21)
— *albida*
Cucurbita ovifera. *Cucurbitaceae* (fam. 106)
— *aurantia*
Lagenaria vulgaris. *Cucurbitaceae*
Cucumis dudaim. *Cucurbitaceae*
Apium petroselinum. *Umbelliferae* (fam. 113)
— *graveolens*
Lactuca scariola. *Compositae* (fam. 122)
Helianthus annuus (?). *Compositae*
Ipomoea caerulea. *Convolvulaceae* (fam. 151)
— *purpurea*
— *bona-nox*
— *coccinea*
Solanum lycopersicum. *Solaneae* (fam. 157)
Mimulus (sp.?), *Scrophularineae* (fam. 15) — din informații primite de la prof. Pfeffer
Mirabilis jalapa. *Nyctagineae* (fam. 177)
— *longiflora*
Beta vulgaris. *Polygoneae* (fam. 179)
Amaranthus caudatus. *Amaranthaceae* (fam. 180)
Cannabis sativa (?). *Cannabineae* (fam. 195)

Brassica oleracea (*Cruciferae*). — S-a arătat în primul capitol că cotiledoanele verzei comune se ridică seara și stau în poziție verticală în timpul nopții cu pețiolurile lor în contact. Deoarece însă cele două cotiledoane sînt de înălțime neegală, adesea ele își împiedică puțin mișcările lor reciproce; cel mai scurt cotiledon adesea nu stă complet vertical. Ele se deșteaptă dimineața devreme; în ziua de 27 noiembrie, la ora 6,45, cînd încă era întuneric, cotiledoanele care au fost verticale și au stat în contact cu o seară anterioară erau acum răsfrînte, prezentînd astfel un aspect foarte diferit. Ar trebui avut în vedere că, germinînd în anotimpul potrivit, plantulele nu sînt în întuneric la această oră matinală. Mișcarea cotiledoanelor, descrisă mai sus, este numai temporară; la plantele ținute în seră caldă ea durează între 4 și 6 zile; nu știu cît ar dura la plantulele care cresc în aer liber.

Raphanus sativus. — În mijlocul zilei limburile cotiledoanelor a zece plantule erau în unghi drept față de hipocotilele lor, cu pețiolurile puțin divergente; noaptea limburile stăteau vertical, cu bazele în contact și cu pețiolurile lor paralele. În dimineața următoare, la ora 6,45, cînd [afară] era încă întuneric, limburile erau orizontale. Noaptea următoare ele erau foarte ridicate, însă nu stăteau chiar vertical ca să se poată spune că dorm, și la fel, însă într-un grad și mai mic, erau în a treia noapte. De aceea, cotiledoanele acestei plante (ținută în seră) adorm pentru un timp chiar mai scurt decît cele de varză. Observații similare au fost făcute, însă numai în decursul unei zile și al unei nopți pe alte 13 plantule crescute de asemenea în seră, cu același rezultat.

Pețiolurile cotiledoanelor la 11 plantule tinere de *Sinapis nigra* erau ușor divergente la amiază și limburile lor erau în unghi drept față de hipocotile; noaptea pețiolurile erau în contact strîns, iar limburile ridicate mult erau în contact prin bazele lor, însă numai puține erau suficient de verticale pentru a fi considerate că dorm. În dimineața următoare pețiolurile s-au depărtat unul de altul înainte de a se lumina de ziuă. Hipocotilul lor este ușor sensibil, așa încît, dacă este frecat cu un ac, el se curbează înspre partea frecată. În cazul lui *Lepidium sativum*, pețiolurile cotiledoanelor unor plantule tinere diverg în timpul zilei și converg noaptea, așa încît ele ajung să se atingă reciproc, mijloc prin care bazele limburilor tripartite sînt aduse în contact; limburile sînt însă atît de puțin ridicate, încît nu se poate spune că dorm. Au fost observate cotiledoanele mai multor alte crucifere, însă ele nu s-au ridicat suficient în timpul nopții ca să se poată spune că dorm.

Githago segetum (*Caryophylleae*). — În prima zi cotiledoanele au spart învelișul semințelor și au ieșit afară; ele stăteau la prînz într-un unghi de 75° deasupra orizontalei; noaptea ele s-au mișcat în sus, fiecare [descriind] un unghi de 15° pentru a sta complet vertical și în contact între ele. În ziua a doua la amiază ele erau cu 59° deasupra orizontalei, iar noaptea

ele erau iarăşi complet închise, fiecare ridicîndu-se cu 31°. A patra zi, noaptea, cotiledoanele nu se închiseseră complet. Prima pereche de frunze tinere adevărate şi cele următoare s-au comportat în exact acelaşi fel. Credem că în acest caz mişcarea poate fi denumită nictitropă, cu toate că unghiul parcurs era mic. Cotiledoanele sînt foarte sensibile la lumină şi nu se deschid dacă lumina este foarte slabă.

Anoda wrightii (*Malvaceae*). — Cînd sînt moderat de tinere şi cînd au un diametru de numai 0,5—0,75 cm, cotiledoanele se apleacă seara din poziţia lor orizontală de la amiază pînă la aproximativ 35° sub orizontală. Cînd însă aceleaşi plantule au mai îmbătrînit şi după ce au produs mici frunze adevărate, cotiledoanele aproape orbiculare, avînd acum un diametru de 1,375 cm, s-au mişcat noaptea vertical în jos. Acest fapt ne-a făcut să bănuim că aplecarea lor ar putea fi datorată numai greutăţii lor; însă ele nu erau cîtuşi de puţin veştede şi cînd erau trase în sus prin elasticitate săreau înapoi, revenind la poziţia lor anterioară, atîrnîndă. Un ghiveci cu cîteva plantule bătrîne a fost răsturnat cu fundul în sus după amiază, înainte ca aplecarea nocturnă să fi început, iar noaptea, în opoziţie cu propria lor greutate (şi faţă de orice acţiune geotropă), ele au luat o poziţie verticală în sus. Cînd ghivecele au fost răsturnate, după ce aplecarea de seară începuse, mişcarea de aplecare părea să fie puţin tulburată; însă toate mişcările lor variau, ocazional, fără o cauză aparentă. Merită atenţie ultimul fapt, precum şi cel că cotiledoanele tinere nici pe departe nu se apleacă atît de mult ca cele mai bătrîne. Cu toate că mişcarea cotiledoanelor a durat timp îndelungat, nici o pulvină nu era vizibilă; creşterea lor a continuat însă mult timp. Cotiledoanele nu par să fie decît slab heliotrope, cu toate că hipocotilul lor este puternic heliotrop.

Gossypium arboreum (?) (var. bumbac de Nankin) (*Malvaceae*). — Cotiledoanele se comportă în aproape acelaşi fel ca cele de *Anoda*. La 15 iunie cotiledoanele a două plantule erau lungi de 1,625 cm (măsurate de-a lungul nervurii mediane) şi la amiază ele stăteau orizontal; la ora 22 cotiledoanele ocupau aceeaşi poziţie şi nu se aplecaseră de loc. La 23 iunie cotiledoanele uneia dintre aceste plantule erau lungi de 2,75 cm şi pînă la ora 22 ele se aplecaseră din poziţia orizontală la 62° sub orizontală. Cotiledoanele unei alte plantule aveau lungimea de 3,25 cm şi se formase o foarte mică frunză adevărată; la ora 22 cotiledoanele s-au aplecat pînă la 70° sub orizontală. La 25 iunie o frunză adevărată a acestei din urmă plantule era lungă de 2,25 cm, iar cotiledoanele au prezentat noaptea aproape aceeaşi poziţie. La 9 iulie cotiledoanele păreau foarte bătrîne, dînd semne de veştejire; la amiază ele stăteau însă aproape orizontal, iar la ora 22 ele atîrnau vertical.

Gossypium herbaceum. — Este remarcabil faptul că cotiledoanele acestei specii se comportă diferit de cele ale speciei anterioare. Ele au fost observate timp de 6 săptămîni de la prima lor dezvoltare, pînă au ajuns să aibă dimensiuni importante (părînd încă proaspete şi verzi), şi anume ele erau late de 6,25 cm. La această vîrstă s-a format o frunză veritabilă, care cu peţiolul ei era lungă de 5 cm. În tot timpul acestor 6 săptămîni cotiledoanele nu s-au aplecat noaptea; totuşi, atunci cînd erau bătrîne, greutatea lor era mare şi ele erau purtate de peţioluri foarte alungite. Plantulele obţinute din seminţe trimise nouă de la Neapole s-au comportat în acelaşi fel, după cum s-au comportat şi cele ale unei varietăţi cultivate în Alabama şi ale bumbacului de Sea-Island. Nu ştiu cărei specii aparţin aceste din urmă trei forme. În cazul bumbacului de Neapole, nu am putut dovedi că noaptea poziţia cotiledoanelor era influenţată de faptul că solul era mai mult sau mai puţin uscat, avînd grijă ca ele să nu se veştejească prin faptul că sînt ţinute prea uscat. Greutatea marilor cotiledoane ale varietăţilor de Alabama şi Sea-Island le-a făcut să atîrne puţin în jos, atunci cînd ghivecele în care creşteau au fost lăsate cîtva timp răsturnate cu fundul în sus. Ar trebui totuşi observat că aceste trei varietăţi au fost cultivate în mijlocul iernii, ceea ce uneori tulbură foarte mult mişcările nictitrope corespunzătoare ale frunzelor şi cotiledoanelor.

Cucurbitaceae. — Cotiledoanele de *Cucurbita aurantia* şi *ovifera* şi de *Lagenaria vulgaris* stau din prima pînă la a treia zi a vieţii lor la circa 60° deasupra orizontalei, iar noaptea se ridică aşa încît ajung verticale şi în contact strîns între ele. La *Cucumis dudaim* cotiledoanele erau la amiază la 45° deasupra orizontalei şi se închideau noaptea. Vîrful cotiledoanelor tuturor acestor specii sînt însă răsfrînte, aşa încît această parte este deplin expusă spre zenit noaptea; şi acest fel este opus părerii că mişcarea [acestor cotiledoane] este de aceeaşi natură ca cea a plantelor care dorm. După primele două sau trei zile cotiledoanele diverg mai mult în timpul zilei şi încetează de a se închide noaptea. Cele de *Trichosanthes anguina* sînt cam groase şi cărnoase şi nu se ridicau noaptea; şi nici nu s-ar fi putut prevedea dacă

se vor ridica. Pe de altă parte, cotiledoanele de *Acanthosicyos horrida* [15] nu prezintă nimic în aspectul lor care să nu îngăduie mișcări nocturne asemănătoare cu cele ale speciilor anterioare; totuși, ele nu s-au ridicat noaptea în mod vizibil. Acest fapt duce la părerea că mișcările nocturne ale speciilor de mai sus au fost dobîndite într-un scop special, care poate fi de a apăra plantula tînără contra radiației, prin contactul strîns al întregei porțiuni bazale a celor două cotiledoane.

Geranium rotundifolium (*Geraniaceae*). — O singură plantulă a apărut întîmplător într-un ghiveci și s-au observat cotiledoanele ei care s-au aplecat perpendicular în jos în decursul mai multor nopți consecutive, după ce fuseseră orizontale la amiază. Ea a crescut, devenind o plantă frumoasă, însă a pierit înainte de a înflori; ea a fost trimisă la Kew, unde a fost recunoscută ca fiind cu siguranță un *Geranium* și după toate probabilitățile din specia de mai sus. Acest caz este remarcabil, deoarece cotiledoanele de *G. cinereum endressii*, *ibericum*, *richardsonii* și *subcaulenscens* au fost observate iarna timp de cîteva săptămîni și nu s-au aplecat, în timp ce cele de *G. ibericum* s-au ridicat noaptea cu 27°.

Apium petroselinum (*Umbelliferae*). — În timpul zilei (la 22 noiembrie) unei plantule i s-au desfăcut aproape complet cotiledoanele; pînă la ora 20,30′ ele se ridicaseră mult, iar la ora 22,30′ ele erau aproape închise, distanța dintre vîrfurile lor fiind de numai 0,1cm. În dimineața următoare distanța dintre vîrfuri era de 1,35 cm, adică mai mult de șapte ori atîta. Noaptea cotiledoanele au ocupat aproape aceeași poziție ca mai înainte. În dimineața zilei de 24 ele stăteau orizontal, iar noaptea erau cu 60° deasupra orizontalei, și la fel a fost în noaptea de 25; însă patru zile mai tîrziu (în 29), cînd plantulele împlineau o săptămînă, cotiledoanele au încetat să se ridice vizibil în timpul nopții.

Apium graveolens. — La amiază cotiledoanele erau orizontale, iar la ora 22 ele formau un unghi de 61° deasupra orizontalei.

Lactuca scariola (*Compositae*). — Cotiledoanele tinere stăteau suborizontal în timpul zilei și noaptea se ridicau pentru a deveni aproape verticale, iar unele erau complet verticale și închise; însă această mișcare a încetat după un interval de 11 zile, cînd cotiledoanele îmbătrînite s-au mărit.

Helianthus annuus (*Compositae*). — Acest caz este oarecum îndoielnic; cotiledoanele se ridică noaptea și într-un caz ele erau cu 73° deasupra orizontalei; așa încît s-ar putea spune că au dormit.

Ipomoea coerulea vel *Pharbitis nil* (*Convolvulaceae*). — Cotiledoanele se comportă în aproape același fel ca și cele de *Anoda* și de bumbac de Nanking și ca și ele cresc, [ajungînd] la dimensiuni mari. Atunci cînd sînt tinere și mici, limburile lor au între 1,25 și 1,5 cm, măsurate de-a lungul mijlocului bazei inciziei centrale; cotiledoanele au rămas orizontale atît în timpul amiezii, cît și noaptea. Pe măsură ce s-au mărit ca dimensiuni, cotiledoanele au început să se aplece din ce în ce mai mult spre seară și la începutul nopții; și cînd au crescut pînă la o lungime (măsurată ca mai sus) de 2,5 pînă la 3,125 cm, ele s-au aplecat între 55 și 70° sub orizontală. Cotiledoanele au acționat însă în acest fel numai atunci cînd erau bine luminate în timpul zilei. Totuși, cotiledoanele nu au decît puțină sau nu au chiar de loc capacitatea de a se apleca înspre o lumină laterală, cu toate că hipocotilul lor este puternic heliotrop. Ele nu sînt prevăzute cu o pulvină, însă continuă să crească timp îndelungat.

Ipomoea purpurea (vel *Pharbitis hispida*). — În toate privințele cotiledoanele se comportă ca cele de *I. caerulea*. O plantulă cu cotiledoanele lungi de 1,875 cm (măsurate ca mai sus) și late de 4,125 cm, avînd dezvoltată o mică frunză adevărată, a fost pusă la ora 17,30 pe un clinostat într-o cutie întunecată, așa încît nici greutatea și nici geotropismul să nu poată acționa asupra lor. La ora 22 un cotiledon era la 77° și celălalt la 82° sub orizontală. Înainte de a fi puse în clinostat, ele erau cu 15 și 29° sub orizontală. Poziția nocturnă depinde mai ales de curbura pețiolului aproape de limb, însă întregul pețiol s-a aplecat puțin în jos. Merită notat că plantulele acestei specii și ale speciei precedente au fost cultivate la sfîrșitul lunii februarie și un alt lot la mijlocul lui martie și în nici unul din aceste două cazuri cotiledoanele nu au manifestat vreo mișcare nictitropă.

Ipomoea bona-nox. — Cotiledoanele unei plantule tinere erau late de 8,125 cm; după cîteva zile ele au crescut, atingînd dimensiuni enorme. La amiază ele erau întinse orizontal, iar la ora 22 erau cu 63° sub orizontală. După cinci zile cotiledoanele erau late de 11,250 cm

[15] Această plantă din ținutul Damara din Africa de Sud se remarcă prin faptul că este unicul reprezentant al familiei cunoscut ca necătărător; ea a fost descrisă în "Trans. Linn. Soc.", vol. XXVII, p. 30.

şi noaptea unul era cu 64°, iar celălalt cu 48° sub orizontală. Cu toate că limburile [cotiledoanelor] sînt subţiri, totuşi, din cauza marei lor dimensiuni şi a faptului că sînt lungi, ne-am închipuit că aplecarea lor noaptea ar fi putut fi determinată de greutatea lor; atunci însă cînd ghiveciul a fost aşezat orizontal, ele s-au încovoiat înspre hipocotil, mişcare care nu putea fi ajutată cîtuşi de puţin de greutatea lor; în acelaşi timp ele erau puţin răsucite în sus datorită apogeotropismului. Totuşi, greutatea cotiledoanelor nu şi-a manifestat influenţa în măsură mare decît într-o altă noapte, cînd ghiveciul a fost răsturnat cu fundul în sus; atunci cotiledoanele nu au putut să se ridice şi să-şi ia poziţia nocturnă normală.

Ipomoea coccinea. — Cotiledoanele cît erau tinere nu se aplecau noaptea, însă cînd îmbătrîneau puţin şi nu erau mai lungi decît 1 cm (măsurate ca mai înainte) şi late de 2,05 cm, ele se aplecau mult. Într-un caz ele erau orizontale la amiază, iar la ora 22 unul dintre ele era cu 64°, iar celălalt cu 47° sub orizontală. Limburile sînt subţiri, iar peţiolurile care se curbează mult în jos noaptea sînt scurte, aşa încît în acest caz greutatea cu greu ar fi putut produce vreun efect. La toate speciile de *Ipomoea* expuse mai sus, atunci cînd cele două cotiledoane de pe aceeaşi plantulă erau aplecate noaptea în mod inegal, acest fapt părea să depindă de poziţia pe care ele au avut-o faţă de lumină în timpul zilei.

Solanum lycopersicum (*Solaneae*). — Cotiledoanele se ridică atît de mult noaptea, încît aproape că vin în contact. La prînz, cele de *S. polyacanthum* erau orizontale, iar la ora 22 ele nu se ridicaseră decît cu 27°30; în dimineaţa următoare însă, înainte de a se lumina, ele erau cu 59° deasupra orizontalei, iar în după amiaza aceleiaşi zile ele erau iarăşi orizontale. Comportarea cotiledoanelor acestei din urmă specii pare de aceea anormală.

Mirabilis jalapa şi *longiflora* (*Nyctagineae*). — Cotiledoanele, care sînt de dimensiuni inegale, stau orizontal în timpul amiezii, iar noaptea se ridică vertical în sus şi vin în contact strîns unul cu altul. La *M. longiflora* această mişcare nu a durat însă decît primele trei nopţi.

Beta vulgaris (*Polygoneae*). — Un mare număr de plantule a fost observat în trei ocazii. În timpul zilei cotiledoanele stăteau uneori suborizontal, însă mai obişnuit ele formau un unghi de circa 50° deasupra orizontalei, iar în primele două sau trei nopţi ele s-au ridicat vertical în sus, aşa încît erau complet închise. În decursul celor una sau două nopţi consecutive cotiledoanele nu s-au ridicat decît puţin, iar ulterior aproape de loc.

Amaranthus caudatus (*Amaranthaceae*). — La amiază, cotiledoanele multor plantule care tocmai germinaseră erau cu 45° deasupra orizontalei, iar la ora 22,15 unele erau aproape, iar altele complet închise. În dimineaţa următoare ele erau iarăşi bine desfăcute sau deschise.

Cannabis sativa (*Cannabineae*). — Stăm la îndoială dacă această plantă ar trebui inclusă aici. Cotiledoanele unui mare număr de plantule, după ce au fost bine luminate în timpul zilei, erau aplecate în jos noaptea, aşa încît vîrfurile unora erau îndreptate direct spre sol; partea bazală nu părea însă să fie de loc aplecată. În dimineaţa următoare cotiledoanele erau iarăşi plane şi orizontale. În acelaşi timp, cotiledoanele multor altor plantule nu erau de loc influenţate. De aceea, acest caz pare foarte diferit de cel al somnului obişnuit şi intră probabil în capitolul epinastiilor, după cum se întîmplă, după Kraus, cu frunzele acestei plante. Cotiledoanele sînt heliotrope ca şi hipocotilul, însă într-un grad mai mare.

Oxalis. — Ajungem acum la cotiledoanele prevăzute cu o pulvină, remarcabile prin continuarea mişcărilor nocturne timp de mai multe zile sau chiar săptămîni şi, se pare, şi după ce creşterea a încetat. Cotiledoanele de *O. rosea*, *floribunda* şi *articulata* se apleacă noaptea vertical în jos şi cuprind partea superioară a hipocotilului. Din contra, cele de *O. valdiviana* şi *O. sensitiva* se ridică vertical în sus, aşa încît suprafeţele lor superioare vin în contact strîns; iar, după ce frunzele lor tinere se dezvoltă, ele sînt cuprinse de cotiledoane. Deoarece ziua ele stau orizontal sau chiar puţin aplecate sub orizontală, ele se mişcă seara formînd un unghi de cel puţin 90°. Mişcările lor circumnutante, complicate în timpul zilei, au fost descrise în capitolul întîi. Experienţa a fost de prisos, însă ghivecele cu *O. rosea* şi *floribunda* au fost răsturnate cu fundul în sus de îndată ce cotiledoanele au început să dea semne de somn şi aceasta nu a determinat nici o diferenţă în mişcările lor.

Leguminosae. — Din lista noastră se poate vedea că cotiledoanele mai multor specii din nouă genuri, larg răspîndite în toată familia, dorm noaptea; şi acesta este probabil cazul multor altora. Cotiledoanele tuturor acestor specii sînt prevăzute cu cîte o pulvină; şi la toate mişcarea este continuată timp de multe zile sau săptămîni. La *Cassia*, cotiledoanele a zece specii din listă se ridică noaptea vertical în sus şi vin în contact strîns unul cu altul. Am observat că cele de *C. florida* se deschid dimineaţa puţin mai tîrziu decît cele de *C. glauca* şi *pubescens*. Mişcarea este exact aceeaşi la *C. mimosoides* ca şi la celelalte specii,

cu toate că ulterior frunzele dezvoltate dorm în mod diferit. Cotiledoanele unei a unsprezecea specii, anume *C. nodosa*, sînt groase și cărnoase și nu se ridică noaptea. Circumnutația din timpul zilei a cotiledoanelor de *C. tora* a fost descrisă în primul capitol. Deși cotiledoanele de *Smithia sensitiva* s-au ridicat la amiază de la o poziție orizontală spre una verticală în cursul nopții, cele de *S. pfundii*, care sînt groase și cărnoase, nu dormeau. Atunci cînd *Mimosa pudica* și *M. albida* au fost ținute în timpul zilei la o temperatură suficient de ridicată, noaptea cotiledoanele lor au ajuns în contact strîns; altfel, ele se ridică pur și simplu aproape vertical în sus. Circumnutația celor de *M. pudica* a fost descrisă. Cotiledoanele unei *Bauhinia* de la St. Catharina din Brazilia [au descris] în timpul zilei un unghi de circa 59° deasupra orizontalei, iar noaptea s-au ridicat pînă la 77°, probabil însă că ele s-ar fi închis complet dacă plantulele ar fi fost ținute într-un loc mai călduros.

Lotus. — La trei specii de *Lotus* s-a observat că cotiledoanele lor dorm. Cele de *L. jacobaeus* prezintă un caz neobișnuit: ele nu se ridică noaptea în mod vizibil în primele 5 sau 6 zile din viața lor și în această perioadă pulvina nu este bine dezvoltată. Ulterior mișcarea de somn se manifestă în mod net și continuă timp îndelungat, cu toate că într-un grad variabil. Ne vom întîlni ulterior cu un caz aproape paralel la frunzele de *Sida rhombifolia*. Cotiledoanele de *L. gebelii* se ridică numai puțin noaptea și se deosebesc mult în privința [comportării lor] de cele trei specii din lista noastră.

Trifolium. — S-a observat germinarea a 21 de specii. La majoritatea lor, cotiledoanele nu s-au ridicat noaptea aproape de loc sau numai puțin; însă cele de *T. glomeratum*, *striatum* și *incarnatum* s-au ridicat cu 45—55° deasupra orizontalei. La *T. subterraneum*, *leucanthemum* și *strictum* cotiledoanele s-au ridicat vertical în sus, iar la *T. strictum* mișcarea de ridicare a fost însoțită, după cum vom vedea, de o altă mișcare, ceea ce ne face să credem că ridicarea este realmente nictitropă. Noi nu am examinat cu grijă cotiledoanele tuturor speciilor pentru [a găsi] o pulvină, însă acest organ a fost prezent în mod distinct la cele de *T. subterraneum* și *strictum*, pe cînd la unele specii nu exista nici urmă de pulvină, ca de exemplu la *T. resupinatum*, ale cărei cotiledoane nu se ridică noaptea.

Trifolium subterraneum. — În prima zi după germinare (21 noiembrie) limburile cotiledoanelor nu erau pe deplin desfăcute, fiind înclinate cu aproximativ 35° deasupra orizontalei; noaptea ele s-au ridicat la circa 75°. Două zile mai tîrziu, la amiază, limburile erau orizontale, cu pețiolurile înclinate mult în sus și remarcabil este faptul că mișcarea nocturnă este aproape total limitată la limburi, fiind efectuată de către pulvina situată la baza lor; în acest timp pețiolurile păstrează zi și noapte aproape aceeași înclinație. În această noapte (23 noiembrie) și în cîteva nopți consecutive limburile s-au ridicat de la o poziție orizontală la una verticală, iar apoi s-au aplecat spre interior într-un unghi mediu de 10°, așa încît limburile au parcurs un unghi de 100°. Vîrfurile lor aproape că s-au atins acum între ele, bazele lor fiind ușor divergente. Cele două limburi au format astfel un acoperiș foarte înclinat deasupra axei plantulei. Această mișcare este aceeași ca și cea a foliolei terminale a frunzelor tripartite de *Trifolium*. După un interval de 8 zile (29 noiembrie), limburile erau orizontale ziua și verticale noaptea, dar acum ele nu se mai aplecau spre interior. Ele au continuat să se miște în același mod în următoarele două luni, în care timp dimensiunea lor sporise considerabil, pețiolurile fiind lungi de nu mai puțin de 2 cm și în acest timp s-au dezvoltat și două frunze veritabile.

Trifolium strictum. — În prima zi după germinare cotiledoanele prevăzute cu o pulvină erau orizontale la amiază, iar noaptea nu s-au ridicat decît pînă la aproximativ 45° deasupra orizontalei. După patru zile plantulele au fost observate din nou noaptea și acum limburile stăteau vertical și erau în contact, afară de vîrfuri care erau foarte răsfrînte, așa încît ele erau cu fața spre zenit. La această vîrstă pețiolurile sînt curbate în sus, iar noaptea cînd bazele limburilor sînt în contact, cele două pețioluri formează împreună un inel vertical, înconjurînd plumula. Cotiledoanele au continuat să acționeze în aproape același mod timp de 8 sau 10 zile de la germinare; însă pînă atunci pețiolurile s-au îndreptat și s-au lungit mult. După 12—14 zile s-a format prima frunză simplă, adevărată, iar după următoarele două săptămîni s-a observat în mod repetat o mișcare remarcabilă. În figura 125, I, avem o schiță, făcută la amiază, a unei plantule în vîrstă de circa două săptămîni. Cele două cotiledoane, dintre care *Rc* este cel din dreapta, iar *Lc* cel din stînga, stau direct opuse unul față de altul, iar prima frunză adevărată (*F*) proemină în unghi drept față de ele. Noaptea (II și III), cotiledonul drept (*Rc*) s-a ridicat mult, însă altfel poziția sa nu s-a schimbat. Cotiledonul stîng (*Lc*) este de asemenea ridicat, însă s-a răsucit așa încît limbul său în loc să stea cu fața exact spre cel opus, stă acum aproape în unghi drept față

de el. Mişcarea nocturnă de răsucire s-a efectuat nu cu ajutorul pulvinei ci prin răsucirea peţiolului pe întreaga sa lungime, după cum se poate vedea din linia curbă a suprafeţei superioare concave. În acelaşi timp frunza adevărată (*F*) se ridică în sus, aşa încît ea stă vertical sau chiar depăşeşte verticala şi este înclinată puţin spre interior. De asemenea ea se răsuceşte puţin, mijloc prin care suprafaţa superioară a limbului său stă faţă în faţă şi vine aproape în contact cu suprafaţa superioară a cotiledonului stîng răsucit. Acesta pare

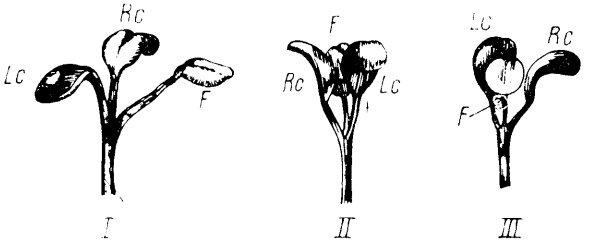


Fig. 125. — *Trifolium strictum*. Poziţiile diurne şi nocturne ale celor două cotiledoane şi ale primei frunze. *I*, Plantulă văzută oblic în sus în timpul zilei; *Rc*, cotiledonul drept; *Lc*, cotiledonul stîng; *F*, prima frunză adevărată. *II*, O plantulă puţin mai tînără, văzută noaptea; *Rc*, cotiledonul drept ridicat, însă altfel poziţia sa este nemodificată; *Lc*, cotiledonul stîng ridicat şi răsucit lateral; *F*, prima frunză ridicată şi răsucită astfel încît să stea cu faţa la cotiledonul stîng răsucit. *III*, Aceeaşi plantulă văzută noaptea din partea opusă; dosul primei frunze *F* este arătat aici în locul feţei, ca în *II*.

să fie scopul atins prin aceste mişcări neobişnuite. În total au fost examinate 20 de plantule în nopţi consecutive şi la 19 din ele numai cotiledonul stîng s-a răsucit, împreună cu frunza adevărată răsucită şi ea în aşa fel încît suprafaţa sa superioară s-a apropiat strîns şi stă faţă în faţă cu cotiledonul stîng. Numai într-un singur caz cotiledonul drept s-a răsucit, iar frunza adevărată s-a răsucit şi ea înspre el; această plantulă era însă într-o stare anormală, deoarece cotiledonul stîng nu s-a ridicat noaptea în mod corespunzător. Întreg acest caz este remarcabil, deoarece la nici o plantulă nu am întîlnit nici o mişcare [de răsucire] nocturnă a cotiledoanelor, afară de cele verticale în sus sau în jos. Acest fapt este cu atît mai deosebit, cu cît vom mai întîlni un caz analog la frunzele genului înrudit *Melilotus*, la care foliola terminală se roteşte noaptea aşa încît ea prezintă o margină spre zenit şi, în acelaşi timp ea se apleacă spre una din părţi, aşa încît suprafaţa superioară vine în contact cu cea a uneia din cele două foliole laterale acum verticale.

Observaţii finale asupra mişcărilor nictitrope ale cotiledoanelor. — Somnul cotiledoanelor (cu toate că acesta este un subiect puţin studiat) pare să fie un fenomen mai obişnuit decît cel al frunzelor. Am observat poziţia cotiledoanelor în timpul zilei şi nopţii la 153 de genuri larg răspîndite în toată seria dicotiledonatelor, însă, de altfel, alese aproape la întîmplare; şi, la 26 din aceste genuri, una sau mai multe specii îşi aduceau noaptea cotiledoanele în poziţie verticală sau aproape verticală printr-o mişcare care, în general, [descria] un unghi de cel puţin 60°. Dacă lăsăm la o parte leguminoasele ale căror cotiledoane sînt susceptibile în mod deosebit ca să doarmă, rămîn 140 de genuri; şi, dintre acestea, la 19 genuri cotiledoanele a cel puţin una din specii au dormit. Or, dacă ar fi să alegem la întîmplare 140 de genuri, excluzînd leguminoasele, şi dacă le-am observa frunzele noaptea, cu siguranţă că se va constata că nici măcar 19 nu includ specii care dorm. Aici ne referim exclusiv la plante observate de noi.

În toată lista noastră de plantule există 30 de genuri aparţinînd la 16 familii, ale căror cotiledoane la unele dintre specii se ridică sau se apleacă seara sau la începutul nopţii pentru a sta la cel puţin 60° deasupra sau dedesubtul orizontalei. La o mare majoritate din genuri, anume la 24, mişcarea se face prin ridicarea [cotiledoanelor]; aşa încît aceeaşi direcţie predomină în aceste mişcări nictitrope ca şi în cele mai puţin periodice descrise în capitolul al doilea. Cotiledoanele se mişcă în jos în decursul primei părţi a nopţii numai la 6 din genuri şi la unul din ele (*Cannabis*) curbarea în jos este datorată probabil epinastiei, după cum crede Kraus că este cazul la frunze. Mişcarea în jos pînă la

90° este foarte marcată la *Oxalis valdiviana* și *sensitiva* și la *Geranium rotundifolium*. Un fapt remarcabil este că la *Anoda wrightii*, o specie de *Gossypium* și cel puțin la trei specii de *Ipomoea* cotiledoanele cînd sînt tinere și ușoare se apleacă noaptea foarte puțin sau de loc cu toate că această mișcare devine bine pronunțată de îndată ce au crescut mari și [au devenit] mai grele. Cu toate că mișcarea în jos nu poate fi atribuită greutății cotiledoanelor în diferitele cazuri cercetate, anume la cele de *Anoda*, *Ipomoea purpurea* și *bona-nox* și nici la cele de *I. coccinea*, totuși, ținînd seama că cotiledoanele circumnutează în mod continuu, o cauză neînsemnată ar fi putut determina la început [direcția] în sus sau în jos a marei mișcări nocturne. De aceea, putem bănui că la vreun reprezentant inițial al grupului respectiv greutatea cotiledoanelor a determinat la început direcția în jos. Faptul că cotiledoanele acestor specii nu se curbează mult în jos atunci cînd sînt tinere și fragede pare opus părerii că mișcarea mai mare [a cotiledoanelor], atunci cînd ele au îmbătrînit, a fost dobîndită în scopul de a le feri noaptea de radiație; trebuie să ne reamintim însă că există multe plante ale căror frunze dorm, pe cînd cotiledoanele nu dorm; și dacă în unele cazuri frunzele sînt ferite noaptea de frig, cotiledoanele nu sînt ferite; tot astfel în alte cazuri poate fi de mai mare importanță pentru specii ca cotiledoanele aproape pe deplin dezvoltate să fie mai bine apărate decît cele tinere.

La toate speciile de *Oxalis* observate de noi, cotiledoanele sînt prevăzute cu pulvine; acest organ a devenit însă mai mult sau mai puțin rudimentar la *O. corniculata* și amplitudinea mișcării ascendente în timpul nopții a cotiledoanelor sale este foarte variabilă, însă niciodată suficient de mare pentru a fi numită somn. Am omis să urmărim dacă cotiledoanele de *Geranium rotundifolium* posedă sau nu pulvine. La leguminoase, în măsura în care am putut observa, toate cotiledoanele care dorm sînt prevăzute cu pulvine. La *Lotus jacobaeus* însă, ele nu sînt pe deplin dezvoltate în primele cîteva zile ale vieții plantulei și noaptea cotiledoanele nu se ridică mult. La *Trifolium strictum* limburile cotiledoanelor se ridică noaptea cu ajutorul pulvinelor lor; în același timp pețiolul unui cotiledon se răsucește pe jumătate independent de pulvina sa.

Ca regulă generală, cotiledoanele care sînt prevăzute cu pulvine continuă să se ridice sau să aplece noaptea pe o perioadă mult mai lungă decît cele lipsite de acest organ. În acest ultim caz, fără îndoială că mișcarea depinde de creșterea alternativă mai mare de partea superioară și inferioară a pețiolului sau a limbului sau a ambelor, precedată probabil de intensificarea turgescenței celulelor care cresc. Asemenea mișcări durează în general o perioadă foarte scurtă — de exemplu, la *Brassica* și *Githago* timp de 4 sau 5 nopți, la *Beta* 2 sau 3, și la *Raphanus* numai o singură noapte. Există totuși cîteva excepții importante la această regulă, deoarece cotiledoanele de *Gossypium*, *Anoda* și de *Ipomoea* nu au pulvine și totuși continuă să se miște și să crească timp îndelungat. La început am crezut că, atunci cînd mișcarea nu dura decît 2 sau 3 nopți, cu greu ea ar fi putut fi de vreun folos plantei și cu greu ar fi meritat să fie numită somn; deoarece însă multe frunze care cresc repede nu dorm decît cîteva nopți și deoarece cotiledoanele se dezvoltă rapid și își completează curînd creșterea, această îndoială ne pare acum nefondată, întrucît aceste mișcări sînt în multe cazuri foarte puternice. Putem menționa aici o altă asemănare între frunzele și cotiledoanele care dorm, și anume că unele dintre acestea din urmă (de exemplu cele de *Cassia* și de *Githago*) sînt ușor influențate de absența luminii și atunci fie că se închid, fie că nu se deschid dacă sînt închise, pe cînd altele

(ca la cotiledoanele de *Oxalis*) sînt foarte puțin influențate de lumină. În capitolul viitor se va arăta că mișcările nictitrope, atît ale cotiledoanelor cît și ale frunzelor, constau dintr-o formă mai modificată de circumnutație.

Întrucît la leguminoase și la *Oxalidae* frunzele și cotiledoanele acelorași specii în general dorm, firește că m-am gîndit mai întîi că somnul cotiledoanelor era numai o dezvoltare timpurie a unui obicei specific unui stadiu mai înaintat de viață. Însă o asemenea explicație nu se poate admite, cu toate că pare să existe o oarecare legătură, după cum ar fi fost prevăzut, între cele două categorii de cazuri. Căci frunzele multor plante dorm, pe cînd cotiledoanele nu dorm, fapt pentru care *Desmodium gyrans* oferă un bun exemplu, ca de asemenea și trei specii de *Nicotiana* observate de noi; de asemenea *Sida rhombifolia*, *Abutilon darwinii* și *Chenopodium album*. Pe de altă parte, cotiledoanele unor plante dorm, însă nu frunzele ca la speciile de *Beta*, *Brassica*, *Geranium*, *Apium*, *Solanum* și *Mirabilis*, menționate în lista noastră. Și mai izbitor este faptul că la același gen frunzele mai multor sau tuturor speciilor pot dormi, însă numai la unele din ele cotiledoanele dorm, după cum se întîmplă la *Trifolium*, *Lotus*, *Gossypium* și parțial la *Oxalis*. De asemenea cînd atît cotiledoanele cît și frunzele aceleiași plante dorm, mișcările lor pot fi de o natură extrem de diferită. Astfel, la *Cassia*, noaptea cotiledoanele se ridică vertical în sus, pe cînd frunzele se apleacă în jos și se răsucesc așa încît să-și întoarcă suprafețele inferioare în afară. La plantulele de *Oxalis valdiviana*, cu 2 sau 3 frunze bine dezvoltate, era un spectacol curios de privit, deoarece noaptea fiecare foliolă se curba spre interior și atîrna drept în jos, pe cînd în același timp și pe aceeași plantă cotiledoanele stăteau vertical în sus.

Aceste diferite fapte, arătînd independența mișcărilor nocturne ale frunzelor și cotiledoanelor de pe aceeași plantă și de pe plante aparținînd aceluiași gen, ne conduc la părerea că cotiledoanele au dobîndit capacitatea lor de mișcare cu un anumit folos. Alte fapte duc la aceeași concluzie, cum este prezența pulvinelor, cu ajutorul cărora mișcarea nocturnă este continuată timp de cîteva săptămîni. La *Oxalis*, cotiledoanele unor specii se mișcă noaptea vertical în sus, iar ale altora vertical în jos; această mare deosebire în cadrul aceluiași gen natural nu este însă atît de surprinzătoare cît ar putea părea la început, deoarece cotiledoanele tuturor speciilor oscilează încontinuu în sus și în jos în timpul zilei, așa încît o cauză de mică [importanță] ar putea determina ca ele să se ridice sau să se aplece în timpul nopții. La fel și în cazul mișcării nocturne neobișnuite a cotiledonului stîng la *Trifolium strictum*, coordonată cu cea a primei frunze adevărate; în sfîrșit, larga răspîndire în seria dicotiledonatelor a plantelor cu cotiledoane care dorm. Reflectînd asupra acestor diferite fapte, concluzia noastră că mișcările nictitrope ale cotiledoanelor, prin care limbul este făcut să stea noaptea fie vertical, fie aproape vertical în sus sau în jos, au fost dobîndite, în majoritatea cazurilor pentru un folos special, pare justificată; și nici nu ne putem îndoi că acest folos este apărarea suprafeței superioare a limbului și poate și a mugurelui central sau al plumulei împotriva radiației căldurii în timpul nopții.

CAPITOLUL AL VII-LEA

CIRCUMNUTAȚIE MODIFICATĂ: MIȘCĂRILE NICTITROPE SAU DE SOMN ALE FRUNZELOR

Condițiile necesare acestor mișcări — Lista genurilor și a familiilor care cuprind plante care dorm — Descrierea mișcărilor la diferite genuri — *Oxalis*: foliole care se string noaptea — *Averrhoa*: mișcările rapide ale foliolelor — *Porlieria*: foliolele se închid cînd plantele sînt ținute foarte uscate — *Tropaeolum*: frunzele nu dorm decît dacă sînt bine luminate în timpul zilei — *Lupinus*: diferite moduri de somn — *Melilotus*: mișcările curioase ale foliolei terminale — *Trifolium* — *Desmodium*: foliolele laterale rudimentare; mișcările lor nu se dezvoltă pe plante tinere, starea pulvinelor lor — *Cassia*: mișcările complexe ale foliolelor — *Bauhinia*: frunzele se string noaptea — *Mimosa pudica*: mișcările compuse ale frunzelor, efectul întunericului — *Mimosa albida*: foliolele sale reduse — *Schrankia*: mișcarea descendentă a foliolelor — *Marsilea*: singura criptogamă care doarme — Observații finale și rezumat — Nictitropismul constă din circumnutație modificată, reglată de alternări de lumină și întuneric — Forma primelor frunze adevărate.

Trecem acum la mișcările nictitrope sau de somn ale frunzelor. Trebuie amintit că limităm acest termen la frunzele care își răsucesc noaptea limburile într-o poziție fie verticală, fie că nu mai mult decît cu 30° de la verticală, adică cu cel puțin 60° deasupra sau dedesubtul orizontalei. În cîteva cazuri aceasta se efectuează prin rotația limbului, pețiolul neridicîndu-se sau necoborîndu-se într-o măsură considerabilă. Limita de 30° de la verticală este evident arbitrară și a fost aleasă din motivele arătate anterior, și anume că atunci cînd limbul ajunge foarte aproape de perpendiculară, numai jumătate din suprafața sa este expusă noaptea spre zenit și radierii libere ca și cînd limbul ei ar fi orizontal. Totuși, printre plantele care dorm au fost incluse, în unele cazuri, și frunzele care par împiedicate prin structura lor de a se mișca într-o așa de mare măsură (60°) deasupra sau dedesubtul orizontalei.

Ar trebui stabilit de la început că mișcările nictitrope ale frunzelor sînt lesne influențate de condițiile la care plantele au fost supuse. Dacă solul este ținut prea uscat, mișcările sînt mult întîrziate sau lipsesc; după Dassen[1], chiar

[1] Dassen *Tijdschrift vor. Natuurlijke Gesch. en Physiologie*, 1837, vol. IV. Vezi de asemenea Ch. Royer, *Despre importanța unei stări potrivite de turgescență a celulelor* în „Annal. des Sc. Nat. Bot." Seria a 5-a, 1868, vol. IX, p. 345.

dacă aerul este foarte uscat, frunzele de *Impatiens* și *Malva* devin nemișcate. Carl Kraus a insistat [2] de asemenea recent asupra marii influențe pe care cantitatea de apă absorbită o are asupra mișcărilor periodice ale frunzelor; și crede că această cauză determină mai ales amplitudinea variabilă a aplecării nocturne a frunzelor la *Polygonum convolvulus*; și, dacă este așa, atunci mișcările lor nu sînt în sensul nostru strict nictitrope. Pentru a dormi, plantele trebuie să fi fost expuse la o temperatură corespunzătoare; în aer liber și fixată în cuie de un zid, *Erythrina crista-galli* părea destul de sănătoasă, însă foliolele nu au dormit, pe cînd cele de pe o altă plantă ținută într-o seră caldă noaptea atîrnau drept în jos. Într-o grădină de zarzavat foliolele de *Phaseolus vulgaris* nu dormeau la începutul verii. Ch. Roger spune [3], referindu-se, cred, la plantele indigene din Franța, că ele nu dorm cînd temperatura este sub 5°C. În cazul mai multor plante care dorm și anume la specii de: *Tropaeolum*, *Lupinus*, *Ipomoea*, *Abutilon*, *Siegesbeckia* și probabil alte genuri, este indispensabil ca frunzele să fie bine luminate în timpul zilei, pentru ca să poată lua noaptea o poziție verticală; și probabil că datorită acestei cauze plantulele de *Chenopodium album* și *Siegesbeckia orientalis*, crescute de noi în mijlocul iernii, deși ținute la o temperatură potrivită, nu au dormit. În sfîrșit, o agitație violentă provocată de un vînt puternic, timp de cîteva minute, a frunzelor de *Maranta arundinacea* (care anterior nu fuseseră deranjate de vînt în seră), le-a împiedicat să doarmă în următoarele două nopți.

Vom prezenta acum observațiile noastre asupra plantelor care dorm, pe care le-am făcut în modul descris în introducere. Tulpina plantei a fost întotdeauna legată (cînd nu se arată contrariul) aproape de baza frunzei, ale cărei mișcări erau observate, pentru a împiedica tulpina să circumnuteze. Deoarece desenele au fost făcute pe o placă verticală de sticlă pusă în fața plantei, era evident imposibil de a-i înregistra mersul de îndată ce frunza se apleca considerabil seara, fie în sus, fie în jos; de aceea, trebuie înțeles că liniile punctate din diagrame, care reprezintă mersul de seară și nocturn, ar trebui prelungite pe o distanță mult mai mare, fie în sus, fie în jos, decît apare în diagrame. Concluziile care pot fi trase din observațiile noastre vor fi date aproape de sfîrșitul acestui capitol.

În lista următoare sînt date toate genurile care cuprind plante ce dorm, în măsura în care ne sînt cunoscute. Același aranjament este urmat ca și în cazurile anterioare, fiind indicat și numărul familiei. Această listă prezintă oarecare interes, deoarece arată că obiceiul de a dormi este comun unui mic număr de plante din întreaga serie a plantelor vasculare. Majoritatea genurilor din listă au fost observate de noi cu mai multă sau mai puțină atenție, însă mai multe au fost date în baza afirmației altora (ale căror nume sînt indicate în listă) și despre care nu mai avem nimic de spus. Fără îndoială că lista este foarte imperfectă și ar fi putut fi adăugate mai multe genuri din *Somnus Plantarum* a lui Linné, însă nu am putut aprecia, în cîteva din cazurile sale, dacă limburile ocupau noaptea o poziție aproape verticală. El se referă la unele plante ca dormind, de exemplu la *Lathyrus odoratus* și *Vicia faba*, la care noi nu am putut observa nici o mișcare care ar merita să fie denumită somn și, întrucît nimeni nu se poate îndoi de exactitatea lui Linné, rămînem cu această îndoială.

[2] *Beiträge zur Kenntnis der Bewegungen* etc., în „Flora", 1879, p. 42, 13 și 67 etc.

[3] „Annal. des Sc. Nat. Bot.", Seria a 5-a, 1868, vol. IV, p. 366.

LISTA DE GENURI CONȚINÎND SPECII ALE CĂROR FRUNZE DORM

Categoria I : DICOTILEDONATE
Subcategoria I : *Angiosperme*

Gen	Familie
Githago	*Caryophylleae* (26)
Stellaria (Batalin)	*Caryophylleae*
Portulaca (Cl. Royer)	*Portulaceae* (27)
Sida	*Malvaceae* (36)
Abutilon	*Malvaceae*
Malva (Linné și Pfeffer)	*Malvaceae*
Hibiscus (Linné)	*Malvaceae*
Anoda	*Malvaceae*
Gossypium	*Malvaceae*
Ayenia (Linné)	*Sterculiaceae* (37)
Triumfetta (Linné)	*Tiliaceae* (38)
Linum (Batalin)	*Lineae* (39)
Oxalis	*Oxalidae* (41)
Averrhoa	*Oxalidae*
Porlieria	*Zygophylleae* (45)
Guajacum	*Zygophylleae*
Impatiens (Linné, Pfeffer și Batalin)	*Balsamineae* (48)
Tropaeolum	*Tropaeoleae* (49)
Crotolaria (Thiselton și Dyer)	*Leguminosae* (75), trib. II
Lupinus	*Leguminosae* (75), trib. II
Cytisus	*Leguminosae* (75), trib. II
Trigonella	*Leguminosae* (75), trib. III
Medicago	*Leguminosae* (75), trib. III
Melilotus	*Leguminosae* (75), trib. III
Trifolium	*Leguminosae* (75), trib. III
Securigera	*Leguminosae* (75), trib. IV
Lotus	*Leguminosae* (75), trib. IV
Psoralea	*Leguminosae* (75), trib. V
Amorpha (Duchartre)	*Leguminosae* (75), trib. V
Daelea	*Leguminosae* (76), trib. V
Indigofera	*Leguminosae* (75), trib. V
Tephrosia	*Leguminosae* (75), trib. V
Wistaria	*Leguminosae* (75), trib. V
Robina	*Leguminosae* (75), trib. V
Sphaerophysa	*Leguminosae* (75), trib. V
Colutea	*Leguminosae* (75), trib. V
Astragalus	*Leguminosae* (75), trib. V
Glycyrrhiza	*Leguminosae* (75), trib. V
Coronilla	*Leguminosae* (75), trib. VI
Hedysarum	*Leguminosae* (75), trib. VI
Onobrychis	*Leguminosae* (75), trib. VI
Smithia	*Leguminosae* (75), trib. VI
Arachis	*Leguminosae* (75), trib. VI
Desmodium	*Leguminosae* (75), trib. VI
Uriania	*Leguminosae* (75), trib. VI
Vicia	*Leguminosae* (75), trib. VII
Centrosema	*Leguminosae* (75), trib. VIII
Amphycarpaea	*Leguminosae* (75), trib. VIII
Glycine	*Leguminosae* (75), trib. VIII
Erythrina	*Leguminosae* (75), trib. VIII
Phaseolus	*Leguminosae* (75), trib. VIII

Sophora	*Leguminosae* (75), trib. X
Caesalpinia	*Leguminosae* (75), trib. XIII
Haematoxylon	*Leguminosae* (75), trib. XIII
Gleditschia (Duchartre)	*Leguminosae* (75), trib. XIII
Poinciana	*Leguminosae* (75), trib. XIII
Cassia	*Leguminosae* (75), trib. XIV
Bauhinia	*Leguminosae* (75), trib. XV
Tamarindus	*Leguminosae* (75), trib. XVI
Adenanthera	*Leguminosae* (75), trib. XX
Prosopis	*Leguminosae* (75), trib. XX
Neptunia	*Leguminosae* (75), trib. XX
Mimosa	*Leguminosae* (75), trib. XX
Schrankia	*Leguminosae* (75), trib. XX
Acacia	*Leguminosae* (75), trib. XXII
Albizzia	*Leguminosae* (75), trib. XXIII
Melaleuea (Bouché)	*Myrtaceae* (94)
Aenothera (Linné)	*Onagrariceae* (100)
Passiflora	*Passifloraceae* (105)
Siegesbeckia	*Compositae* (122)
Ipomoea	*Convolvulaceae* (151)
Nicotiana	*Solaneae* (157)
Mirabilis	*Nyctagineae* (177)
Polygonum (Batalin)	*Polygoneae* (179)
Amaranthus	*Amaranthaceae* (180)
Chenopodium	*Chenopodieae* (181)
Pimelia (Bouché)	*Thymeteae* (188)
Euphorbia	*Euphorbiaceae* (202)
Phyllanthus (Pfeffer)	*Euphorbiaceae* (202)

Subcategoria a II-a : Gimnosperme

Abies (Chatin)

Categoria a II-a : MONOCOTILEDONATE

Thalia	*Cannaceae* (21)
Marantia	*Cannaceae* (21)
Colocasia	*Aroideae* (30)
Strephium	*Gramineae* (55)

Categoria a III-a : ACOTILEDONATE

Marsilea	*Marsileaceae* (4)

Githago segetum (*Caryophylleae*). — Noaptea, primele frunze produse de plantulele tinere se ridică și se închid împreună. Pe o plantulă ceva mai bătrînă, două frunze tinere stăteau la amiază cu 55° deasupra orizontalei, iar noaptea cu 86°, așa încît fiecare se ridicase cu 31°. Totuși, în unele cazuri, unghiul era mai mic. Observații similare au fost făcute ocazional pe frunze tinere (întrucît cele mai bătrîne se mișcau foarte puțin) produse de plante aproape deplin dezvoltate. Batalin spune („Flora", 1 octombrie 1873, p. 437) că frunzele tinere de *Stellaria* se închid noaptea atît de complet, încît împreună formează mari muguri.

Sida (*Malvaceae*). — La acest gen, mișcările nictitrope ale frunzelor sînt, într-unele privințe, remarcabile. Batalin ne informează (vezi tot „Flora", 1 octombrie, 1873, p. 437) că cele de *S. napaea* se apleacă noaptea, nu își amintește însă pînă la ce unghi. Frunzele de *S. rhombifolia*, pe de altă parte, se ridică vertical în sus și sînt apăsate spre tulpină. În cadrul aceluiași gen avem deci aici mișcări direct opuse. Frunzele de la *S. rhombifolia* sînt de asemenea prevăzute cu o pulvină formată dintr-o masă de mici celule lipsite de clorofilă și cu axele lor mai lungi perpendiculare pe axa peţiolului. Măsurată de-a lungul acestei din urmă linii, aceste celule nu au decît o cincime din lungimea celor ale peţiolului; însă în loc de a fi brusc separate de ele (după cum este de obicei cazul pulvinei la majoritatea plantelor), ele trec treptat în celulele mai mari ale peţiolului. Pe de altă parte, după Batalin,

S. napaea nu are pulvină; şi el ne informează însă că o gradaţie între aceste două stări ale peţiolului poate fi urmărită la mai multe specii ale acestui gen. *Sida rhombifolia* prezintă o altă particularitate, pe care nu am văzut-o în nici un alt caz la frunzele care dorm, deoarece, după cum am observat în mai multe cazuri, cele de pe plantele foarte tinere, cu toate că seara se ridică puţin, nu adorm, pe cînd cele de pe plantele puţin mai bătrîne dorm în mod bătător la ochi. De exemplu, o frunză (lungă de 2,125 cm) de pe o plantulă înaltă de 5 cm era la amiază cu 9° deasupra orizontalei, iar la ora 22 cu 28°, astfel că ea se ridicase cu numai 19°; o altă frunză (lungă de 3,5 cm) de pe o plantulă de aceeaşi înălţime era ridicată în aceleaşi două perioade la 7 şi 32° şi se ridicaseră deci cu 25°. Aceste frunze care s-au mişcat atît de puţin aveau o pulvină relativ bine dezvoltată. După un interval de cîteva săptămîni, cînd aceleaşi plantule erau înalte de 6,25 şi 7,5 cm, unele dintre frunzele tinere se ridicau noaptea complet vertical, iar altele erau foarte aplecate, şi tot aşa era cu tufele care erau pe deplin dezvoltate şi care erau în floare.

Mişcarea unei frunze a fost înregistrată de la ora 9,15 la 28 mai, pînă la 30 mai la ora 8,30. Temperatura era prea joasă (15—16°C), iar iluminatul aproape insuficient; în consecinţă frunzele nu s-au aplecat noaptea atît de mult, cum o făcuseră anterior şi după cum au făcut-o ulterior în seră; însă altfel mişcările nu păreau tulburate. În prima zi, frunza s-a aplecat pînă la ora 17,15, ea s-a ridicat apoi rapid şi mult pînă la ora 22,5′ şi numai puţin mai sus în restul nopţii (fig. 126). Devreme a doua zi (în 29) ea s-a aplecat rapid într-o linie uşor în zigzag, pînă la ora 9, cînd ajunsese aproape în acelaşi loc ca în dimineaţa anterioară.

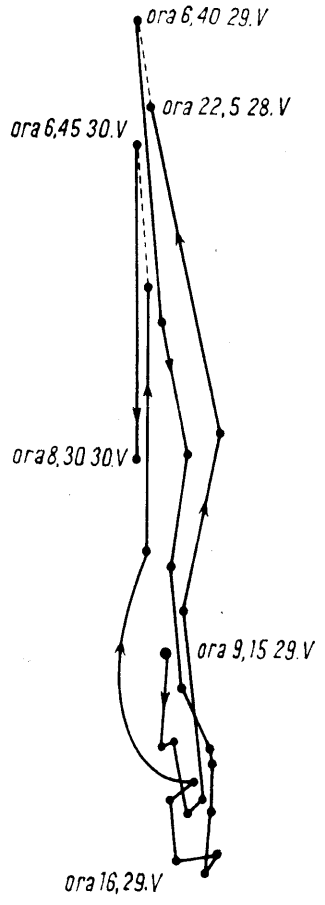


Fig. 126. — *Sida rhombifolia*. Circumnutaţia şi mişcările nictitrope (sau de somn) ale unei frunze de pe o plantă tînără, înaltă de 23,75 cm; firul de sticlă este fixat de nervura mediană a unei frunze deplin dezvoltate, lungă de 5,938 cm; mişcarea înregistrată sub un luminator de tavan; vîrful frunzei este la 13,562 cm de placa verticală de sticlă, aşa încît diagrama nu este mărită considerabil.

În restul zilei ea s-a aplecat încet, mergînd lateral în zigzag. Ridicarea de seară a început după ora 16, la fel ca înainte, iar a doua dimineaţă ea s-a aplecat iarăşi rapid. Liniile ascendente şi descendente nu coincid, după cum se poate vedea în diagramă. În ziua de 30 s-a făcut un nou desen (redat aici) la o scară puţin mărită, întrucît vîrful frunzei era acum la

22,5 cm de placa de sticlă verticală. Pentru a observa mai cu grijă mersul urmat la timpul cînd aplecarea diurnă se schimbă în ridicarea nocturnă, s-au însemnat puncte la fiecare jumătate de oră între orele 16 și 22,30. Aceasta a făcut mișcarea laterală în zigzag din timpul serii mai evidentă decît în diagrama prezentată, ea era însă de aceeași natură cu cea arătată acolo. Impresia care ni se impunea era că frunza făcea o mișcare de prisos, astfel încît marea ridicare nocturnă să nu aibă loc prea devreme.

Abutilon darwinii (*Malvaceae*). — Frunzele de pe cîteva plante foarte tinere stăteau aproape orizontal în timpul zilei, iar noaptea atîrnau vertical în jos. Plante foarte frumoase ținute într-o sală mare, luminate numai din acoperiș, nu dormeau noaptea, întrucît, pentru a o face, frunzele ar trebui să fie bine luminate în timpul zilei. Cotiledoanele nu dorm. Linné spune că frunzele plantei sale de *Sida abutilon* se apleacă noaptea perpendicular în jos, cu toate că peţiolurile se ridică. Prof. Pfeffer ne informează că frunzele unei specii de *Malva*, înrudită cu *M. sylvestris* se ridică mult noaptea; și acest gen, ca și *Hibiscus*, sînt incluse de Linné în lista sa a plantelor care dorm.

Anoda wrightii (*Malvaceae*). — Frunzele produse de plante foarte tinere, cînd au crescut pînă la o dimensiune moderată, se apleacă noaptea, fie aproape vertical în jos, fie într-un unghi de aproximativ 45° sub orizontală, deoarece există un grad mare de variabilitate în amplitudinea aplecării nocturne, care depinde în parte de gradul în care ele au fost luminate în timpul zilei. Frunzele nu se apleacă în jos noaptea cît timp sînt foarte tinere, ceea ce constituie un fapt foarte neobișnuit. Vîrful peţiolului, acolo unde se împreună cu limbul, se dezvoltă într-o pulvină care este prezentă la frunze foarte tinere ce nu dorm; cu toate că aceasta nu este atît de clară la frunzele mai bătrîne.

Gossypium (var. bumbac de Nanking, *Malvaceae*). — În zilele de 8 și 9 iulie, cîteva frunze tinere, lungi între 2,5 și 5 cm, de pe două plantule înalte de 15 și 18,750 cm, la amiază stăteau orizontal sau erau ridicate puțin deasupra orizontalei, însă pe la ora 22 ele se aplecaseră în jos între 68 și 90° sub orizontală. Atunci cînd aceleași plante crescuseră pînă la dublul înălțimii de mai sus, frunzele le atîrnau noaptea aproape sau complet vertical în jos. Frunzele de pe unele plante mari de *G. maritimum* și *brasiliense*, care erau ținute într-o seră foarte prost luminată, se aplecau noaptea mult în jos numai întîmplător, și nu destul pentru a se spune că dorm.

Oxalis (*Oxalidae*). — La majoritatea speciilor din acest mare gen, cele trei foliole se apleacă vertical în jos în timpul nopții; însă, deoarece peţiolurile secundare sînt scurte, limburile nu pot lua această poziție din lipsă de spațiu; afară numai dacă în vreun mod oarecare au devenit mai înguste; și aceasta se efectuează îndoindu-se într-o mai mare sau mai mică măsură (fig. 127). S-a constatat că unghiul format de cele două jumătăți ale aceleiași

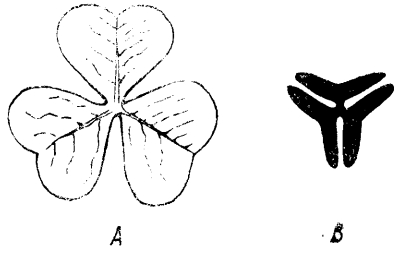


Fig. 127. — *Oxalis acetosella*. *A*, Frunză văzută vertical de sus; *B*, diagrama frunzei adormite văzută de asemenea vertical de sus.

foliole variază la diferiți indivizi din mai multe specii între 92 și 150°; la trei dintre foliolele cel mai bine împăturite de *O. fragrans* el era de 76, 74 și 54°. Adesea unghiul este diferit de cele trei foliole ale aceleiași frunze. Pe măsură ce noaptea foliolele se apleacă în jos și se împăturesc, suprafețele lor inferioare se apropie între ele (vezi *B*) sau chiar ajung în contact strîns; și din acest fapt s-ar putea crede că scopul acestei împăturiri era apărarea suprafețelor lor inferioare. Dacă așa ar fi fost, s-ar fi format o excepție puternic pronunțată la regula că atunci cînd există vreo diferență în gradul de apărare a celor două suprafețe ale frunzelor în contra radiației, suprafața superioară este întotdeauna cea mai bine apărată. Însă faptul că împăturirea foliolelor și apropierea reciprocă a suprafețelor lor inferioare decurgînd din această [mișcare] nu servește decît să le permită să se aplece vertical în jos, după cum se poate deduce din aceea că atunci cînd foliolele nu emerg de la vîrful unui peţiol comun sau, de asemenea, atunci cînd există loc din belșug sau cînd peţiolurile secundare nu sînt foarte

scurte, foliolele se apleacă fără să se împăturească. Asta se întîmplă cu foliolele de *O. sensitiva*, *plumierii* și *bupleurifolia*.

Nu are nici un rost de a da o listă lungă a numeroaselor specii care dorm în modul descris mai sus. Aceasta este valabil la speciile care au frunze relativ cărnoase, ca cele de *O. carnosa* sau frunze mari ca cele de *O. ortegesii* sau patru foliole ca cele de *O. variabilis*. Există însă cîteva specii care nu arată nici un semn de somn, anume *O. pentaphylla*, *enneaphylla*, *hirta* și *rubella*. Vom descrie acum natura mișcărilor la cîteva din aceste specii.

Oxalis acetosella. — Mișcarea unei foliole, împreună cu cea a peţiolului principal sînt arătate în figura următoare (fig. 128), înregistrată între ora 11 la 4 octombrie și la 5 octombrie, ora 7,45. După ora 17,30 în ziua de 4, foliola s-a aplecat rapid și la ora 19 ea atîrna vertical. Desigur că cu cîtva timp înainte de a-și lua poziţia din urmă, mișcările ei nu mai puteau fi înregistrate pe placa de sticlă verticală și linia punctată din diagramă ar fi trebuit

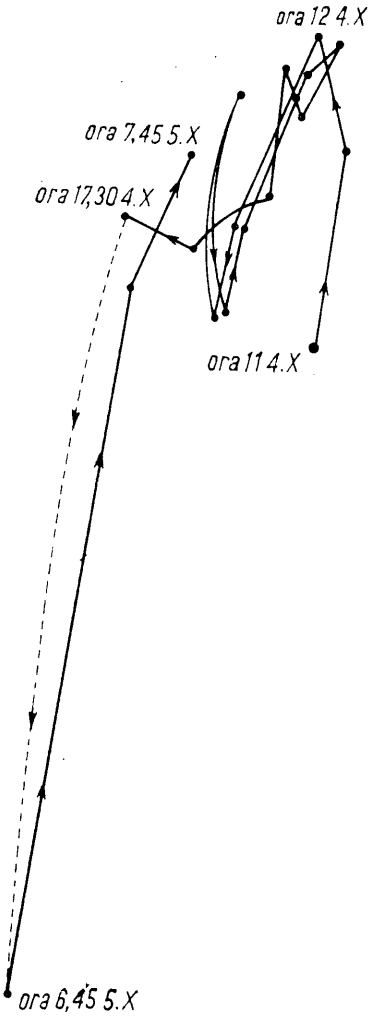


Fig. 128. — *Oxalis acetosella*. Circumnutaţia și mișcările nictitrope ale unei frunze aproape complet dezvoltată, cu un fir de sticlă fixat de nervura mediană a uneia dintre foliole, înregistrate pe o placă verticală de sticlă în decurs de 20 de ore și 45 min.

extinsă mult mai mult în jos, atît în acest caz cît și în toate celelalte. La ora 6,45 în dimineaţa următoare ea se ridicase considerabil și a continuat să se ridice în ora următoare; însă, judecînd după alte observaţii, ea trebuie să se fi aplecat curînd din nou. Între orele 11 și 17,30 foliola s-a deplasat cel puţin de patru ori în sus și de patru ori în jos, înainte ca marea aplecare nocturnă să înceapă; punctul cel mai înalt a fost atins la amiază. Observaţii similare au fost făcute pe alte două foliole, cu aproape aceleași rezultate. Sachs și Pfeffer au descris de asemenea pe scurt [4] mișcările autonome ale frunzelor acestei plante.

[4] Sachs în „Flora", 1863, p. 470 etc.; Pfeffer, *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane* etc., 1875, p. 53.

Cu o altă ocazie, peţiolul unei frunze a fost legat de un beţişor, strîns sub foliole, şi un fir de sticlă, la vîrf cu o bobiţă de ceară de sigilat, a fost fixat de nervura mediană a uneia din ele, marcîndu-se un punct foarte aproape în dosul ei. La ora 19, cînd foliolele dormeau, firul de sticlă atîrna vertical în jos şi mişcările bobiţei au fost înregistrate atunci pînă la ora 22,40′, după cum se vede din diagrama următoare (fig. 129). Aici vedem că

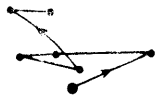


Fig. 129. — *Oxalis acetosella.* Circumnutaţia foliolei pe cînd dormea, înregistrată pe o placă verticală de sticlă timp de 3 ore şi 40 min.

foliola s-a mişcat puţin dintr-o parte într-alta şi de asemenea puţin în sus şi în jos, pe cînd dormea.

Oxalis valdiviana. — Frunzele seamănă cu cele ale speciei precedente şi mişcările a două foliole (peţiolurile principale ale ambelor fiind fixate) au fost înregistrate timp de două zile; desenele nu sînt însă date aici, deoarece ele semănau cu cele de *O. acetosella*, cu excepţia că oscilaţiile în sus şi în jos nu erau atît de frecvente în timpul zilei şi că era mai multă mişcare laterală, astfel încît s-au descris elipse mai largi. Frunzele s-au deşteptat dimineaţa de timpuriu, deoarece pînă la ora 6,45′ în zilele de 12 şi 13 iunie ele nu numai că se ridicaseră la înălţimea lor deplină, ci începuseră deja să se aplece, adică circumnutau. În capitolul precedent am văzut că cotiledoanele în loc să se aplece, noaptea se ridică vertical în sus.

Oxalis ortegesii. — Frunzele mari ale acestei plante dorm ca cele ale speciei precedente. Peţiolurile principale sînt lungi şi cel al unei frunze tinere s-a ridicat cu 20° între amiază şi ora 22, pe cînd peţiolul unei frunze mai bătrîne s-a ridicat numai cu 13°. Datorită acestei ridicări a peţiolurilor şi a aplecării verticale a foliolelor mari, frunzele s-au îngrămădit noaptea laolaltă şi întreaga plantă şi-a expus atunci o suprafaţă mult mai mică radiaţiei decît în timpul zilei.

Oxalis plumierii. — La această plantă cele trei foliole nu înconjură vîrful peţiolului, însă foliola terminală proemineză pe linia peţiolului cu o foliolă laterală de fiecare parte. Ele dorm toate, aplecîndu-se vertical în jos, însă nu se împăturesc de loc. Peţiolul este relativ lung; unul fiind fixat de un beţişor, mişcarea foliolei terminale a fost înregistrată timp de 45 de ore pe o placă de sticlă verticală. Ea s-a mişcat într-un mod foarte simplu, aplecîndu-se rapid după ora 17 şi ridicîndu-se rapid în dimineaţa următoare de timpuriu. În timpul amiezii ea s-a mişcat încet şi puţin lateral. În consecinţă, liniile ascendente şi descendente nu au coincis şi în fiecare zi s-a format o singură elipsă mare. Nu a existat nici o altă dovadă de circumnutaţie şi acest fapt este interesant după cum vom vedea ulterior.

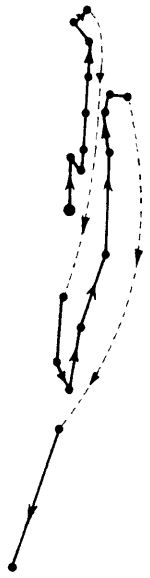
Oxalis sensitiva. — Ca şi la specia precedentă, foliolele se apleacă noaptea vertical în jos fără să se împăturească. Peţiolul principal mult alungit se ridică mult seara, însă la unele plante foarte tinere ridicarea nu începe decît noaptea tîrziu. Am văzut că cotiledoanele în loc să se aplece ca foliolele, se ridică noaptea vertical în sus.

Oxalis bupleurifolia. — Această specie este remarcabilă prin faptul că peţiolurile sînt foliacee ca şi filodiile multor acacii. Foliolele sînt mici, de un verde mai palid şi de o consistenţă mai delicată decît peţiolurile foliacee. Foliola observată era lungă de 1,375 cm şi era purtată de un peţiol lung de 5 cm şi lat de 0,75 cm. S-ar putea bănui că foliolele sînt în curs de avortare sau obliterare, după cum s-a întîmplat de fapt cu cele ale unei alte specii braziliene, *O. rusciformis*. Totuşi, la specia de faţă mişcările nictitrope au fost perfect executate. Peţiolul foliaceu a fost observat mai întîi timp de 48 de ore şi s-a constatat că este în circumnutaţie continuă, după cum se vede în figura alăturată (fig. 130). El s-a ridicat în timpul zilei şi în prima parte a nopţii şi s-a aplecat în restul nopţii şi dis-de-dimineaţă; însă această mişcare nu era suficientă pentru a fi numită somn. Liniile ascendente şi descendente nu au coincis, aşa încît s-a format în fiecare zi cîte o elipsă. Mersul nu a fost decît puţin în zigzag; dacă firul de sticlă ar fi fost fixat longitudinal, am fi văzut probabil că exista mai multă mişcare laterală decît apare în diagramă.

O foliolă terminală de pe o altă frunză a fost apoi observată (peţiolul fiind fixat) şi mişcările sale sînt arătate în figura 131. În timpul zilei foliolele sînt întinse orizontal, iar noaptea ele atîrnă vertical; şi, deoarece peţiolul se ridică în timpul zilei, foliolele trebuie să se aplece în jos seara cu mai mult de 90° pentru a-şi lua noaptea poziţia verticală. În

prima zi foliola s-a mişcat numai în sus şi în jos; a doua zi ea a circumnutat în mod evident între orele 8 şi 17,30, după care a început marea aplecare de seară.

Averrhoa bilimbi (*Oxalidae*). — Se ştie de mult [5], în primul rînd, că foliolele acestui gen dorm, în al doilea rînd, că ele se mişcă spontan în timpul zilei şi, în al treilea rînd, că ele sînt sensibile la atingere; însă în nici una din aceste privinţe ele nu se deosebesc în



←Fig. 130. — *Oxalis bupleurifolia*. Circumnutaţia peţiolului foliaceu; firul de sticlă este fixat oblic de-a curmezişul capătului peţiolului; mişcările sînt înregistrate pe o placă verticală de sticlă de la 26 iunie, ora 9, pînă la 28 iunie, ora 8,50; vîrful foliolei la 11,28 cm de placa de sticlă, aşa încît mişcarea nu a fost mult mărită; planta înaltă de 22,5 cm, luminată de sus temperatura de 23,5—24,5°C.

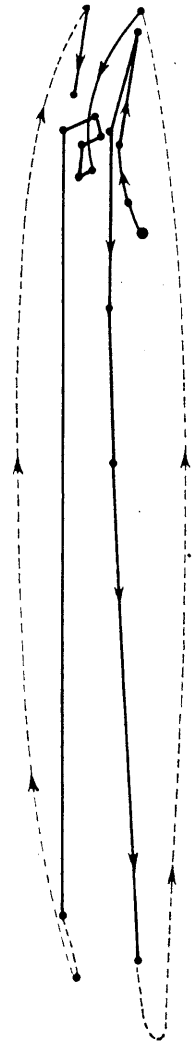


Fig. 131. — *Oxalis bupleurifolia*. Circumnutaţia→ şi mişcarea nictitropă a foliolei terminale, cu firul de sticlă fixat de-a lungul nervurii mediane, înregistrate pe o placă verticală de sticlă de la 26 iunie, ora 9, pînă la 28 iunie, ora 8,45; aceleaşi condiţii ca şi în cazul precedent.

principiu de speciile de *Oxalis*. Ele se deosebesc totuşi, după cum a arătat recent dl. R.I.Lynch [6], prin faptul că mişcările lor spontane sînt puternic pronunţate. În cazul lui *A. bilimbi*, este un spectacol minunat să priveşti pe o zi călduroasă, însorită, cum foliolele se apleacă rapid în jos una după alta şi cum se ridică iarăşi încet. Mişcările lor rivalizează cu cele de *Desmodium gyrans*. Noaptea foliolele atîrnă vertical în jos şi sînt nemişcate, ceea ce se poate datora faptului că cele opuse sînt presate laolaltă (fig. 132). Peţiolul principal este în mişcare constantă în timpul zilei; nu s-a făcut însă nici o observaţie atentă asupra lui. Diagramele următoare sînt prezentări grafice ale variaţiilor unghiului pe care o foliolă dată îl face cu verticala. Observaţiile au fost făcute după cum urmează: Planta crescînd în ghiveci era ţinută la o temperatură înaltă, peţiolul frunzei de observat fiind îndreptat direct înspre observator şi fiind separat de el printr-o placă verticală de sticlă. Peţiolul a fost fixat aşa încît articulaţia bazală sau pulvina uneia din foliolele laterale era în centrul unui arc gradat

[5] Dr. Bruce, „Philosophical Trans.", 1875, p. 356.

[6] „Journ. Linn. Soc.", 1877, vol. XVI, p. 231.

plasat aproape și îndărătul foliolei. Un fir subțire de sticlă a fost fixat pe frunză, așa încît să proemineze ca o continuare a nervurii mediane. Filamentul a acționat ca indice și, deoarece frunza se ridica și se apleca, rotindu-se în jurul articulației bazale, mișcarea în unghi a firului de sticlă a putut fi înregistrată citindu-se la mici intervale de timp poziția acestuia pe

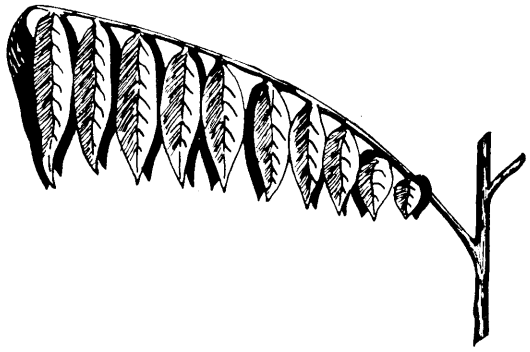


Fig. 132. — *Averrhoa bilimbi.* Frunză adormită; desenul micșorat.

arcul gradat. Pentru a evita erori de paralaxă, toate citirile au fost făcute privind printr-un mic inel vopsit pe placa verticală de sticlă, în linie cu articulația foliolei și cu centrul arcului gradat. În diagramele următoare ordonatele reprezintă unghiurile pe care foliola le-a

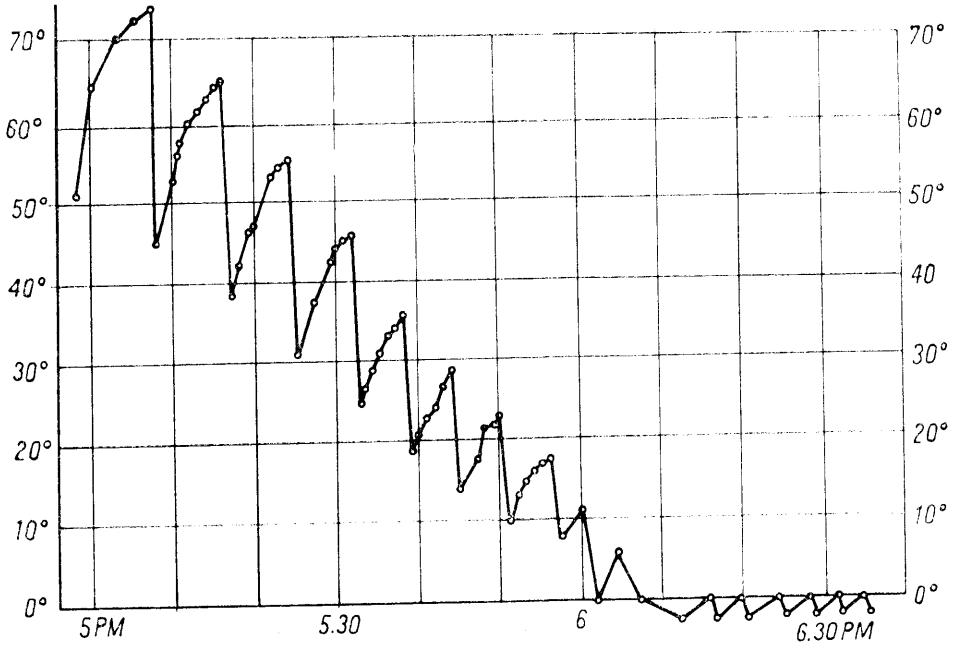


Fig. 133. — *Averrhoa bilimbi.* Mișcările unghiulare ale unei foliole în timpul aplecării ei seara, cînd adoarme; temperatura de 25,6—27,2°C.

făcut cu verticala în momente consecutive [7]. Urmează că o cădere a curbei reprezintă o aplecare de fapt a frunzei și că linia zero reprezintă o poziție verticală cu vîrful în jos. Figura 133 reprezintă natura mișcărilor care au loc seara, de îndată ce foliolele încep să ia poziția lor nocturnă. La ora 16,55 foliola forma un unghi de 85° cu verticala sau era cu numai 5° sub orizontală; însă pentru ca diagrama să încapă în pagina noastră, foliola este reprezentată căzînd de la 75° în loc de la 85°. Curînd după ora 18 ea atîrna vertical în jos și ajun-

[7] În toate diagramele 1 mm în direcție orizontală reprezintă 1 minut în timp. Fiecare mm în direcție verticală reprezintă un grad de mișcare unghiulară. În figurile 133 și 134 temperatura este reprezentată (de-a lungul ordonatelor) la scara de 1 mm de fiecare 0,1°C. În figura 135 fiecare mm este egal cu 0,2°C.

sese la poziția ei nocturnă. Între orele 18,10 și 18,35 ea a executat un număr de oscilații foarte mici, fiecare de aproximativ 2°, ocupînd perioade de 4 sau 5 minute. Starea de repaus complet a folioliei, care a urmat pînă în cele din urmă, nu este arătată în diagramă. Este evident că fiecare oscilație constă dintr-o ridicare treptată, urmată de o aplecare bruscă. De fiecare dată cînd foliola s-a aplecat, ea s-a apropiat mai mult de poziția ei nocturnă decît în cazul aplecării ei anterioare. Amplitudinea oscilațiilor a diminuat, în timp ce perioadele de oscilație au devenit mai scurte.

La lumina vie a soarelui foliolele iau o poziție atîrnîndă foarte înclinată. S-a observat că la lumină difuză o foliolă s-a ridicat timp de 25 de minute. S-a ridicat apoi un stor așa încît planta a fost puternic luminată (*BR*, fig. 134) și pînă într-un minut ea a început să se aplece, aplecîndu-se pînă în cele din urmă cu 47°, după cum se vede în diagramă. Această

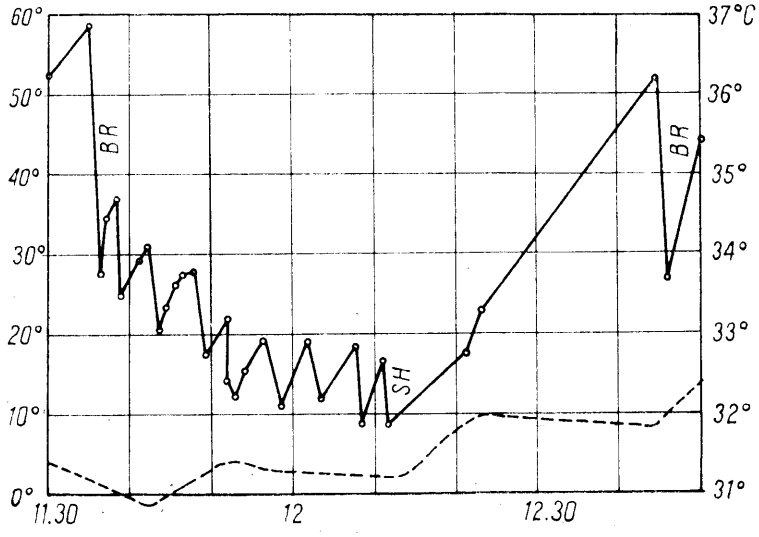


Fig. 134. — *Averrhoa bilimbi*. Mișcările unghiulare ale folioleі în timpul schimbării de la un luminat viu la umbră; temperatura (linie punctată) rămîne aproape aceeași.

aplecare a fost executată prin șase trepte descendente, exact la fel cu cele prin care se efectuează aplecarea nocturnă. Planta a fost apoi din nou umbrită (*SH*) și o ridicare lungă, înceată, a avut loc pînă ce o altă serie de aplecări au început în *BR'*, atunci cînd lumina soarelui a fost iarăși lăsată să pătrundă. La această experiență a fost lăsat să intre aerul rece prin ferestrele deschise, o dată cu ridicarea storurilor; deși soarele lumina planta, temperatura nu se ridicase.

Efectul unei ridicări a temperaturii în lumină difuză este arătat în figura 135. Temperatura a început să se ridice la ora 11,35 (ca urmare a aprinderii focului în sobă), însă la ora 12,42 s-a constatat că avusese loc o aplecare pronunțată. În diagramă se poate vedea că, atunci cînd temperatura era cea mai ridicată, existau oscilații rapide de mică amplitudine, poziția medie a foliolei fiind în acel timp mai aproape de verticală. Cînd temperatura a început să scadă, oscilațiile s-au încetinit și au devenit mai mari, poziția medie a frunzei apropiindu-se iarăși de orizontală. Ritmul oscilațiilor era uneori mai rapid decît este reprezentat în diagrama de mai sus. Astfel, atunci cînd temperatura era între 31 și 32°C, 14 oscilații de cîteva grade au avut loc în 19 min. Pe de altă parte, o oscilație poate fi mult mai înceată; astfel, s-a observat o foliolă care s-a ridicat timp de 40 min (temperatura 25°C) înainte de a se apleca și a-și completa oscilația.

Porlieria hygrometrica (*Zygophylleae*). — Frunzele acestei plante (forma chiliană) sînt lungi, între 2,5 și 3,75 cm, și poartă între 16 și 17 foliole mici de fiecare parte, care nu sînt opuse. Ele sînt legate de pețiol prin articulații, iar pețiolul de ramură printr-o pulvină. Trebuie să presupunem că două forme par să se confunde sub același nume : frunzele de pe o tufă din Chili, care ne-a fost trimisă de la Kew, aveau multe foliole, pe cînd cele de pe plantele din Grădina botanică din Würzburg nu aveau decît 8 sau 9 perechi; și întregul caracter

al tufelor părea oarecum diferit. Vom vedea de asemenea că ele se deosebesc printr-o particularitate fiziologică remarcabilă. Pe planta chiliană peţiolurile frunzelor mai tinere de pe ramuri verticale stăteau orizontal în timpul zilei, iar noaptea se aplecau vertical în jos, aşa încît să atîrne paralel cu ramura de dedesubt şi aproape de ea. Peţiolurile frunzelor puţin mai bătrîne noaptea nu se aplecau vertical ci se aplecau puternic. Într-un caz am găsit o ramură care crescuse vertical în jos, iar peţiolurile de pe ea se mişcau faţă de ramură

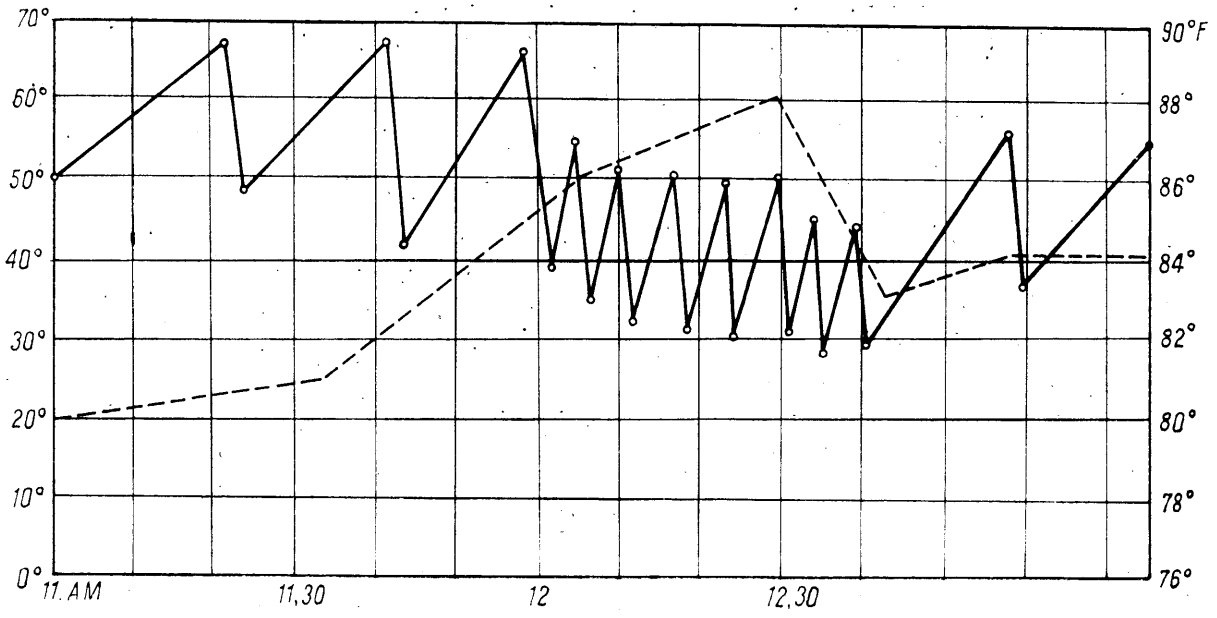


Fig. 135. — *Averrhoa bilimbi*. Mişcarea unghiulară a unei foliole în timpul schimbării de temperatură, lumina rămînînd aceeaşi; linia punctată arată schimbarea temperaturii.

în aceeaşi direcţie, după cum s-a arătat mai înainte, adică se ridicau. Pe ramurile orizontale, peţiolurile mai tinere s-au mişcat noaptea tot în aceeaşi direcţie ca mai înainte, anume înspre ramură şi în consecinţă s-au întins apoi orizontal; este însă remarcabil că peţiolurile mai bătrîne de pe aceeaşi ramură, cu toate că se mişcau puţin în aceeaşi direcţie, se aplecau de asemenea în jos, ocupînd astfel faţă de centrul pămîntului şi de ramură o poziţie oarecum diferită de cea a peţiolurilor de pe ramurile verticale. În privinţa foliolelor, noaptea ele se mişcă înspre vîrful peţiolului pînă ce nervura lor mediană ajunge aproape paralelă cu el; apoi foliolele stau frumos imbricate. Astfel, jumătate din suprafaţa superioară a fiecărei foliole este în contact strîns cu jumătate din suprafaţa inferioară a celei din faţă; iar toate foliolele, afară de cele bazale, îşi au întreaga faţă superioară şi jumătate din feţele lor inferioare bine apărate. Cele de pe partea opusă ale aceluiaşi peţiol nu vin noaptea în contact strîns, după cum se întîmplă cu atît de multe *Leguminosae*, ci sînt separate printr-un jgheab deschis; şi nici nu puteau coincide exact, deoarece ele alternează între ele.

Circumnutaţia peţiolului unei frunze lungi de 1,975 cm de pe o ramură verticală a fost observată timp de 36 de ore, după cum se vede în diagrama alăturată (fig. 136). În prima dimineaţă frunza s-a aplecat puţin şi apoi s-a ridicat pînă la ora 13, ceea ce se datora probabil faptului că acum era luminată de sus printr-un luminator de tavan; apoi ea a circumnutat într-o foarte mică măsură în jurul aceluiaşi punct pînă la ora 16, cînd a început marea aplecare serală. În ultima parte a nopţii şi foarte devreme în dimineaţa următoare frunza s-a ridicat iarăşi. În ziua a doua ea s-a aplecat în cursul dimineţii pînă la ora 13, ceea ce constituie fără îndoială obiceiul ei normal. Între orele 13 şi 16 ea s-a ridicat într-o linie în zigzag, şi curînd după aceea a început marea aplecare de seară. În acest fel ea a completat o dublă oscilaţie în decurs de 24 de ore.

Numele specific dat acestei plante de către Ruiz şi Pavon indică faptul că în ţara ei arîdă de baştină ea este influenţată într-un fel oarecare de uscăciunea sau umiditatea atmo-

sferei [8]. În grădina botanică din Würzburg exista o plantă într-un ghiveci în aer liber care era udată zilnic şi o alta în teren deschis care nu era udată niciodată. După o perioadă caldă şi uscată exista o mare deosebire în starea foliolelor de pe aceste două plante, cele de pe planta neudată din terenul deschis rămînînd pe jumătate sau complet închise în timpul zilei. Însă crenguţe tăiate din această tufă, cu capetele stînd în apă sau complet cufundate în ea, ori ţinute în aer umed sub un clopot de sticlă, şi-au deschis frunzele, cu toate că erau expuse

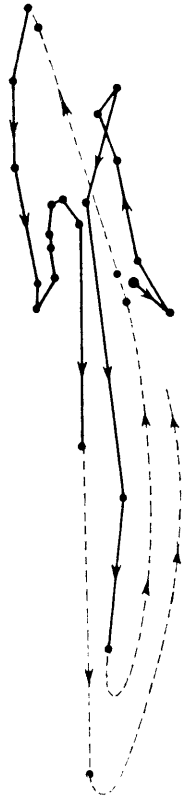


Fig. 136. — *Porlieria hygrometrica*. Circumnutaţia şi mişcările nictitrope ale peţiolului unei frunze, înregistrate de la 7 iulie, ora 9,35, pînă la 8 iulie, la miezul nopţii; vîrful frunzei la 18,75 cm de placa verticală de sticlă; temperatura, 19,5—20,5 C.

la un soare arzător; pe cînd cele de pe planta din teren au rămas închise. După o ploaie puternică frunzele de pe aceeaşi plantă au rămas deschise timp de două zile; apoi ele s-au închis pe jumătate timp de două zile şi după încă o zi s-au închis complet. Această plantă la fost acum copios udată şi în dimineaţa următoare foliolele erau pe deplin desfăcute. Cealaltă plantă care creştea într-un ghiveci, după ce a fost expusă la o ploaie puternică, a fost aşezată în faţa unei ferestre în laborator, cu foliolele sale deschise şi acestea au rămas aşa în timpul zilei timp de 48 de ore; însă după încă o zi ele erau pe jumătate închise. Planta a fost apoi udată şi în următoarele două zile foliolele au rămas deschise. A treia zi ele erau iarăşi pe jumătate închise, însă după ce au fost iarăşi udate au rămas deschise în următoarele două zile. Din aceste diferite fapte putem conchide că planta resimte curînd nevoia de apă; şi îndată ce se întîmplă aceasta, ea îşi închide parţial sau complet foliolele care, atunci, în starea lor imbricată, expun doar o mică suprafaţă evaporaţiei. De aceea este probabil ca această mişcare ca de somn, care are loc numai atunci cînd solul este uscat, să fie o adaptare în contra pierderii umidităţii.

O tufă înaltă de circa 1,20 m, originară din Chile, care era des acoperită cu frunze, s-a comportat foarte diferit, deoarece în timpul zilei nu şi-a închis niciodată foliolele. În ziua de 6 iulie pămîntul din micul ghiveci în care creştea părea extrem de uscat şi i s-a dat puţină apă. După 21 şi 22 de zile (la 27 şi 28 iulie), timp în care planta nu primise nici o

[8] *Systema Veget. Florae Peruvianae et Chilensis*, 1798, vol. I, p. 95. Nu putem înţelege relatarea făcută de autor despre comportarea acestei plante în ţara ei de baştină. Se spune mult despre capacitatea ei de a prezice schimbările vremii; şi se pare că luminozitatea cerului determină în mare măsură deschiderea şi închiderea foliolelor.

picătură de apă, frunzele au început să se aplece; nu au arătat însă nici un semn de închidere în cursul zilei. Părea aproape de necrezut ca vreo plantă, afară de una cărnoasă, să se fi putut menține în viață într-un sol atît de uscat, care semăna cu praful de pe drum. În ziua de 29, cînd tufa a fost scuturată, cîteva frunze au căzut, iar cele rămase erau incapabile să doarmă noaptea. De aceea planta a fost moderat udată, precum și stropită cu apă seara tîrziu. În dimineața următoare (la 30), tufa arăta tot atît de proaspătă ca de obicei, iar noaptea frunzele au adormit. Se poate adăuga că o ramură de pe aceeași tufă a fost ținută 13 zile într-o sticlă mare pe jumătate plină cu var nestins închisă cu o băşică, aşa încît aerul din înăuntrul sticlei era extrem de uscat; totuși frunzele de pe această rămurică nu au suferit cîtuși de puțin și nu s-au închis de loc în timpul celor mai călduroase zile. O altă încercare a fost făcută cu aceeași tufă în zilele de 2 și 6 august (la această ultimă dată solul părînd extrem de uscat) și cu toate că ea a fost expusă ziua întreagă în aer liber la vînt, foliolele nu au arătat nici un semn de a se închide. De aceea forma chiliană se deosebește considerabil de cea de la Würzburg prin faptul că nu-și închide foliolele atunci cînd suferă din lipsă de apă și că poate trăi un timp surprinzător de lung fără apă.

Tropaeolum majus (?) (var. cultivată) (*Tropaeoleae*). — La mai multe plante în ghiveci, care se găseau în seră, limburile frunzelor care erau cu fața spre lumină erau ziua foarte înclinate, iar noaptea verticale, pe cînd frunzele din dosul ghivecelor, deși erau luminate prin tavan, nu deveneau verticale noaptea. La început am crezut că această diferență în poziția lor se datora, într-un fel oarecare, heliotropismului, deoarece frunzele sînt foarte heliotrope. Adevărata explicație este însă că în afară de cazul cînd nu sînt bine luminate cel puțin o parte din zi, ele nu dorm noaptea; și o mică diferență în gradul de luminare determină dacă noaptea vor deveni sau nu verticale. Nu am observat nici un alt caz atît de bine pronunțat ca acesta al influenței luminatului prealabil asupra mișcărilor nictitrope. Frunzele prezintă și o altă particularitate: obiceiul lor de a se ridica sau de a se deștepta dimineața este mai puternic fixat sau moștenit decît acela de a se apleca sau de a dormi noaptea. Mișcările sînt cauzate de aplecarea părții superioare a pețiolului, lung de 1,25 pînă la 2,5 cm; însă partea aproape de limb, pe o lungime de aproape 0,625 cm, nu se apleacă și rămîne întotdeauna în unghi drept față de limb. Porțiunea care se apleacă nu prezintă nici o deosebire structurală externă sau internă față de restul pețiolului. Vom prezenta acum experiențele pe care sînt bazate concluziile de mai sus.

Un ghiveci mare cu mai multe plante a fost scos din seră în dimineața zilei de 3 septembrie și pus în fața unei ferestre spre nord-est și pe cît posibil în aceeași poziție față de lumină ca mai înainte. În partea din față a plantelor s-au însemnat cu ață 24 de frunze, din care cîteva aveau limburile orizontale, însă majoritatea erau aplecate cu circa 15° sub orizontală; noaptea, toate acestea, fără excepție, au devenit verticale. În dimineața următoare de timpuriu (în ziua de 4) ele și-au reluat poziția anterioară, iar noaptea au devenit iarăși verticale. În ziua de 5 obloanele au fost deschise de la ora 6,15 pînă la ora 8,18, după ce frunzele fuseseră luminate timp de 2 ore și 3 min și căpătaseră poziția lor diurnă, ele au fost puse într-un dulap întunecat. Ele au fost examinate de două ori în cursul zilei și de trei ori seara, ultima dată la ora 22,30 și nici una nu devenise verticală. La ora 8, în dimineața următoare (în ziua de 6), ele încă își mai păstrau aceeași poziție diurnă și au fost repuse acum în fața ferestrei spre nord-est. Noaptea, tuturor frunzelor care stătuseră cu fața la lumină li s-au curbat pețiolurile și limburile au devenit verticale; nici una din frunzele din partea din spate a plantelor, cu toate că fuseseră moderat luminate de lumina difuză a camerii, nu erau verticale. Acum, noaptea, ele au fost puse în același dulap întunecos; în dimineața următoare (în ziua de 7), la ora 9, toate cele care dormiseră își reluaseră poziția lor diurnă. Ghiveciul a fost apoi așezat timp de 3 ore la soare, pentru a stimula plantele; la amiază ele au fost așezate în fața ferestrei spre nord-est și noaptea frunzele au dormit în modul obișnuit și s-au deșteptat în dimineața următoare. La amiaza acestei zile (la 8), după ce au fost lăsate timp de 5 ore și 45 min în fața ferestrei spre nord-est și astfel luminate (cu toate că nu puternic, deoarece cerul era înnorat tot timpul), ele au fost repuse în dulapul întunecos și la ora 15 poziția frunzelor nu era decît puțin sau chiar de loc modificată, aşa încît ele nu au fost rapid influențate de întuneric; însă la ora 22,15′, toate frunzele care fuseseră cu fața la cerul de nord-est, în timpul celor 5 ore și 45 min de luminat, stăteau vertical, pe cînd cele din partea din spate a plantei își păstraseră poziția diurnă. În dimineața următoare (în 9), ca și în două ocazii anterioare, frunzele s-au deșteptat pe întuneric și au fost ținute toată ziua la întuneric; noaptea, foarte puține dintre ele au devenit verticale; și acesta a fost singurul caz în care am observat vreo tendință sau vreun obicei ereditar la

această plantă, de a dormi la timpul potrivit. Că acesta era somn real s-a dovedit din faptul că aceleași frunze și-au reluat în dimineața următoare (în ziua de 10) poziția diurnă pe cînd erau încă ținute în întuneric.

După ce a fost ținut timp de 36 de ore în întuneric, ghiveciul a fost apoi repus (la ora 9,45, în ziua de 10) în fața ferestrei dinspre nord-est și noaptea limbul tuturor frunzelor (afară de cîteva din dosul plantelor) au devenit vizibil verticale.

La ora 6,45 (în ziua de 11), după ce plantele fuseseră luminate de aceeași parte ca și mai înainte timp de numai 25 min, ghiveciul a fost întors complet, așa încît frunzele care fuseseră cu fața spre lumină erau acum cu fața spre interiorul camerei, și nici una dintre acestea nu a adormit noaptea; pe cînd cîteva, însă nu multe, dintre cele care anterior stăteau cu fața spre partea întunecoasă a camerei și care niciodată nu fuseseră bine luminate sau care adormiseră, au luat acum, noaptea, o poziție verticală. În ziua următoare (în 12) planta a fost întoarsă în poziția ei inițială, așa încît aceleași frunze au stat cu fața spre lumină, ca mai înainte, și acum acestea au adormit în modul obișnuit. Vom mai adăuga numai că la unele plantule tinere ținute în seră limburile primei perechi de frunze adevărate (cotiledoanele fiind hipogeice) stăteau în timpul zilei aproape orizontal, iar noaptea aproape vertical.

Ulterior s-au făcut observații asupra circumnutației a trei frunze, pe cînd stăteau cu fața la o fereastră dinspre nord-est; nu se dau însă desenele, deoarece frunzele s-au mișcat întrucîtva înspre lumină. Era totuși evident că ele s-au ridicat și s-au aplecat de mai multe ori în timpul zilei, liniile ascendente și descendente fiind pe unele porțiuni în zigzag. Aplecarea nocturnă a început pe la ora 19 și la ora 6,45 în dimineața următoare frunzele se ridicaseră mult.

Leguminosae. — Această familie include mult mai multe genuri cu specii care dorm decît toate celelalte familii la un loc. A fost adăugat numărul triburilor cărora aparține fiecare gen, după aranjamentul lui Bentham și Hooker.

Crotolaria (sp. ?) (tribul 2). — Această plantă este monofilă și dl. Thiselton Dyer ne informează că noaptea frunzele se ridică vertical în sus și se alipesc de tulpină.

Lupinus (tribul 2). — Frunzele palmate sau digitale ale speciilor din acest mare gen dorm în trei moduri diferite. Unul din cele mai simple este că toate foliolele se înclină noaptea abrupt în jos, după ce în timpul zilei ele s-au întins orizontal. Aceasta se vede din figurile de mai jos (fig. 137) ale unei frunze de *L. pilosus* văzută ziua vertical de sus și ale unei alte frunze dormind cu foliolele înclinate în jos. Deoarece în această poziție ele se string lao-

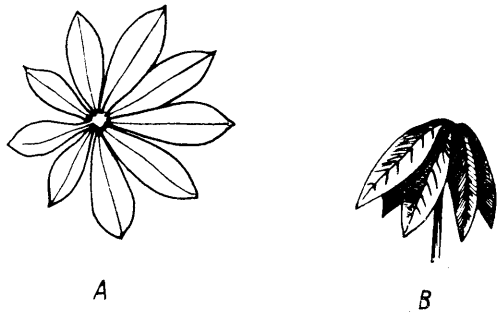


Fig. 137. — *Lupinus pilosus*. *A*, Frunză văzută ziua vertical în sus; *B*, frunză dormind, văzută lateral noaptea.

laltă și întrucît nu se împăturesc ca cele din genul *Oxalis*, ele nu pot ocupa o poziție verticală; adesea însă ele sînt înclinate într-un unghi de 50° sub orizontală. La această specie, pe cînd foliolele se apleacă, pețiolurile se ridică în sus, în cele două cazuri cînd unghiurile au fost măsurate, ajungîndu-se pînă la 23°. Foliolele de *L. subcarnosus* și *arboreus*, care ziua erau orizontale, noaptea s-au aplecat în jos în aproape același mod; prima sub un unghi de 38°, iar ultima cu 36° sub orizontală; însă pețiolurile lor nu s-au mișcat în mod vizibil. Este totuși foarte posibil, după cum vom vedea îndată, că dacă un mare număr de plante din cele trei specii anterioare și din cele următoare ar fi fost observate în toate anotimpurile, s-ar fi constatat că unele dintre frunze dorm într-un mod diferit.

La următoarele două specii foliolele se ridică noaptea în loc să se aplece în jos. La *L. hartwegii* unele stăteau la amiază într-un unghi mediu de 36° deasupra orizontalei, iar noaptea de 51°, formînd astfel împreună un con gol cu laturi moderat de înclinate. Noaptea,

peţiolul unei frunze s-a ridicat cu 14° iar cel al unei a doua cu 11°. La *L. luteus* o foliolă s-a ridicat noaptea de la 47° la amiază la 65° deasupra orizontalei, iar o alta de pe o frunză distinctă s-a ridicat de la 45 la 69°. Totuşi, peţiolurile se apleacă noaptea într-o mică măsură : în trei cazuri cu 2°, 6 şi 9°30′. Datorită acestei mişcări a peţiolurilor, foliolele exterioare şi mai lungi trebuie să se aplece puţin mai mult decît cele mai scurte şi interioare, pentru ca să stea toate simetric noaptea. Vom vedea îndată că unele frunze de pe aceleaşi plante individuale de *L. luteus* dorm într-un mod foarte diferit.

Ajungem acum la o poziţie remarcabilă a frunzelor cînd dorm, care este comună mai multor specii de *Lupinus*. Pe aceeaşi frunză, foliolele mai scurte, care în general stau cu faţa spre centrul plantei, se apleacă noaptea, pe cînd cele mai lungi de pe partea opusă se ridică; cele intermediare şi laterale răsucindu-se numai pe propriile lor axe. Există însă o oarecare variabilitate în privinţa foliolelor ce se ridică sau se apleacă. După cum era de prevăzut din asemenea mişcări diverse şi complicate, baza fiecărei foliole se dezvoltă într-o pulvină (cel puţin în cazul lui *L. luteus*). Rezultatul este că noaptea toate foliolele de pe aceeaşi frunză sînt mai mult sau mai puţin ridicate sau stau chiar vertical, formînd în acest din urmă caz o stea verticală. Aceasta se întîmpla la frunzele unei specii cumpărată sub numele de *L. pubescens*; şi în figura alăturată (fig. 138) în *A* vedem frunzele în poziţia lor diurnă, iar în *B* aceeaşi plantă în timpul nopţii, cu cele două frunze superioare cu foliolele aproape

Fig. 138. — *Lupinus pubescens*. *A*, Frunză văzută lateral în timpul zilei; *B*, aceeaşi frunză noaptea; *C*, o altă frunză formînd noaptea o stea verticală; figurile sînt micşorate.

verticale. În *C*, o altă frunză, privită lateral, este arătată cu foliolele complet verticale. Mai ales sau exclusiv frunzele cele mai tinere formează noaptea stele verticale. Există însă multă variabilitate noaptea în poziţia frunzelor, pe aceeaşi plantă; unele rămînînd cu foliolele aproape orizontale, altele formînd stele mai mult sau mai puţin înclinate sau verticale, iar unele cu toate foliolele lor aplecate în jos, ca în prima categorie de cazuri. Un fapt remarcabil este de asemenea că, deşi toate plantele produse din acelaşi lot de seminţe erau identice ca aspect, totuşi la unii indivizi foliolele tuturor frunzelor erau astfel aranjate noaptea încît să formeze stele mai mult sau mai puţin puternic ridicate; la altele toate se aplecau şi nu formau niciodată o stea; şi iarăşi la altele fie că rămîneau într-o poziţie orizontală, fie că se ridicau puţin.

Pînă acum nu ne-am referit decît la diferitele poziţii nocturne ale foliolelor de *L. pubescens*; însă peţiolurile se deosebesc de asemenea prin mişcările lor. Peţiolul unei frunze tinere, care noaptea forma o stea foarte ridicată, stătea la amiază cu 42° deasupra orizontalei, iar noaptea cu 72°, aşa încît el se ridicase cu 30°. Peţiolul unei alte frunze, ale cărei foliole ocupau noaptea o poziţie similară, nu s-a ridicat decît cu 6°. Pe de altă parte, peţiolul unei frunze cu toate foliolele sale aplecate în jos noaptea s-a aplecat în acest timp cu 4°. S-au observat apoi peţiolurile a două frunze puţin mai bătrîne, care ambele stăteau în timpul zilei în exact acelaşi unghi, anume de 50° deasupra orizontalei şi unul din ele s-a ridicat noaptea cu 7—8°, iar celălalt s-a aplecat cu 3—4°.

Cazuri ca cel al *L. pubescens* întîlnim la alte cîteva specii. Pe aceeaşi plantă de *L. mutabilis*, cîteva frunze care stăteau orizontal în timpul zilei formau noaptea stele foarte aplecate, iar peţiolul uneia s-a ridicat cu 7°. La alte frunze care de asemenea stăteau orizontal în timpul zilei, toate foliolele s-au aplecat noaptea cu 46° sub orizontală, însă peţiolurile lor nu s-au mişcat. De asemenea *L. luteus* a prezentat un caz şi mai remarcabil, deoarece foliolele care la amiază stăteau la aproximativ 45° deasupra orizontalei, s-au ridicat noaptea la 65°, aşa încît formau un con gol cu laturi puternic înclinate. Patru frunze de pe aceeaşi plantă, ale căror foliole erau orizontale la amiază, noaptea au format stele verticale; iar la alte trei frunze, la fel de orizontale la amiază, toate foliolele s-au aplecat noaptea în jos; aşa încît frunzele de pe această singură plantă au luat noaptea trei poziţii diferite. Cu toate că nu putem explica acest fapt, putem vedea că o asemenea tulpină poate da naştere uşor unor specii cu obiceiuri nictitrope cu totul diferite.

Nu mai este nevoie să se spună decît puţin despre somnul speciilor de *Lupinus*; mai multe, anume, *L. polyphyllus*, *nanus*, *menziesii*, *speciosus* şi *albifrons*, cu toate că observate în aer liber şi în seră, nu şi-au schimbat noaptea suficient poziţia frunzelor pentru a se putea spune că dorm. Din observaţiile făcute asupra a două specii care dorm, se pare că, ca şi la *Tropaeolum majus*, frunzele trebuie să fie bine luminate în timpul zilei pentru a dormi noaptea; deoarece mai multe plante, ţinute toată ziua într-o cameră cu ferestre spre nord-est, nu au dormit noaptea, însă atunci cînd, în ziua următoare, ghivecele au fost puse în aer liber şi au fost aduse înăuntru noaptea, ele au dormit în modul obişnuit. Experienţa a fost repetată în ziua şi noaptea următoare, cu acelaşi rezultat.

Cîteva observaţii au fost făcute asupra circumnutaţiei frunzelor de *L. luteus* şi *arboreus*. Este suficient să spunem că foliolele acesteia din urmă au prezentat o dublă oscilaţie în decursul a 24 de ore, întrucît ele s-au aplecat de dis-de-dimineaţă pînă la ora 10,15, apoi s-au ridicat mişcîndu-se considerabil în zigzag pînă la ora 16, după care a început marea aplecare nocturnă. În dimineaţa următoare pînă la ora 8 foliolele se ridicaseră pînă la înălţimea lor normală. În capitolul al IV-lea, am văzut că frunzele de *L. speciosus* care nu dorm, circumnutează într-o măsură extraordinară, făcînd multe elipse în cursul zilei.

Cytisus (tribul 2), *Trigonella* şi *Medicago* (tribul 3). — Nu au fost făcute decît puţine observaţii asupra acestor trei genuri. Peţiolurile pe de o plantă tînără, înaltă de circa 30 cm, de *Cytisus fragrans* s-au ridicat noaptea, într-un caz cu 23°, iar într-altul cu 33°. Cele trei foliole s-au încovoiat de asemenea în sus şi, în acelaşi timp, s-au apropiat între ele, aşa încît baza foliolei centrale s-a suprapus pe bazele celor două foliole laterale. Ele s-au încovoiat atît de mult în sus, încît au apăsat pe tulpină şi privind vertical de sus una dintre aceste plante tinere s-au văzut suprafeţele inferioare ale peţiolurilor; şi astfel, în conformitate cu regula generală, suprafeţele lor superioare sînt cele mai bine apărate contra radiaţiei. În timp ce frunzele de pe aceste plante tinere se comportau în acest fel, cele de pe o tufă bătrînă, pe deplin înflorită, nu dormeau noaptea.

Trigonella cretica seamănă prin somnul său, care va fi descris îndată, cu un *Melilotus*. După dl. Royer [9], frunzele de *Medicago maculata* se ridică noaptea şi „se renversent un peu de manière à présenter obliquement au ciel leur face inférieure"*. Se prezintă aici un desen (fig. 139) al frunzelor de *M. marina* treză şi dormind, desen care aproape că ar putea servi pentru *Cytisus fragrans* în aceleaşi două stări.

Melilotus (tribul 3). — Speciile din acest gen dorm într-un mod remarcabil. Cele trei foliole ale fiecărei frunze se răsucesc într-un unghi de 90°, aşa încît limburile lor stau vertical noaptea, cu o margine laterală spre zenit (fig. 140). Vom înţelege mai bine celelalte mişcări

[9] „Annal. des Sc. Nat. Bot.", Seria a 5-a, 1868, vol. IX, p. 368.

* „Răsturnîndu-se puţin pe spate pentru a prezenta oblic cerului suprafaţa lor inferioară" (*N. trad.*).

mai complicate dacă ne închipuim că ținem tot timpul frunza cu vîrful foliolei terminale îndreptat spre nord. Devenind verticale noaptea, foliolele s-ar putea desigur răsuci în așa fel încît suprafețele superioare să stea cu fața înspre oricare din părți; însă cele două foliole laterale se răsucesc întotdeauna în așa fel încît această suprafață tinde să stea cu fața spre nord, însă pe măsură ce se mișcă în același timp înspre foliola terminală, suprafața superioară a uneia stă cu fața cam spre N—NV, iar cea a celeilalte spre N—NE. Foliola terminală se

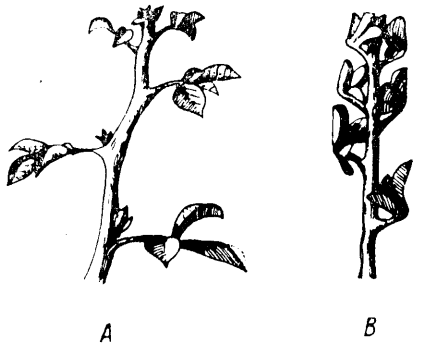


Fig. 139. — *Medicago marina*. *A*, Frunze în timpul zilei; *B*, frunze dormind noaptea.

comportă diferit, deoarece se răsucește de oricare din părți, suprafața superioară stînd uneori cu fața spre est, iar alteori spre vest, însă ceva mai obișnuit spre vest decît spre est. Foliola terminală se mișcă de asemenea într-un alt mod mai remarcabil, întrucît în timp ce limbul său se răsucește și devine vertical, întreaga foliolă se apleacă de o parte și invariabil

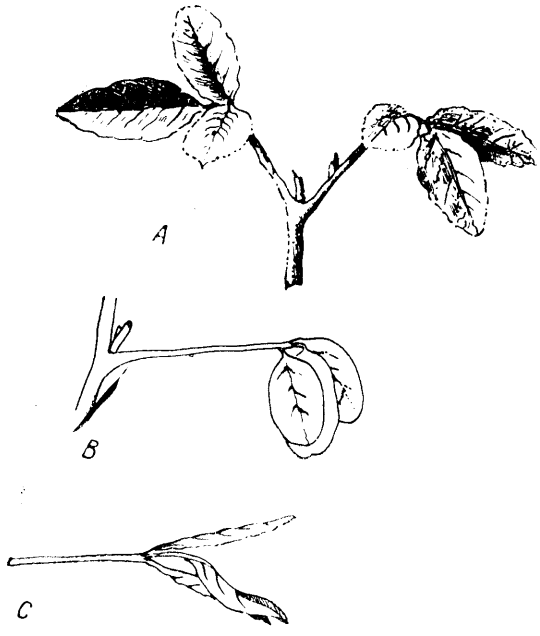


Fig. 140. — *Melilotus officinalis*. *A*, Frunză în timpul zilei; *B*, o altă frunză care doarme; *C*, o frunză care doarme, privită vertical de sus, însă în acest ultim caz foliola terminală din întîmplare nu este în contact atît de strîns cu cea laterală, ca de obicei.

de partea înspre care este îndreptată suprafața superioară; așa încît, dacă această suprafață este cu fața spre vest, întreaga foliolă se apleacă spre vest pînă ce vine în contact cu suprafața superioară și verticală a foliolei laterale de vest. În acest fel, suprafața superioară a foliolei terminale și a uneia din cele două foliole laterale este bine apărată.

Faptul că foliola terminală se răsucește indiferent de care parte și apoi se apleacă de aceeași parte ne părea atît de remarcabil, încît ne-am străduit să-i descoperim cauza. Ne-am închipuit că la începutul mișcării ea ar fi putut fi determinată de faptul că una din cele două jumătăți ale foliolei este mai grea decît cealaltă. De aceea s-au lipit bucățele de lemn pe una din părțile mai multor foliole, ceea ce nu a produs însă nici un efect; și ele au continuat

să se răsucească în aceeași direcție ca și mai înainte. Pentru a descoperi dacă aceeași foliolă se răsucea permanent în aceeași direcție, s-au legat cu ață neagră 20 de frunze, ale căror foliole terminale se răsuceau în așa fel încît suprafețele lor superioare erau cu fața spre vest, și 14 cu fire de ață albă ale căror foliole se răsucesc spre est. Acestea au fost observate ocazional în decurs de 14 zile și ele au continuat, toate, să se răsucească și să se aplece în aceeași direcție, cu o singură excepție : o foliolă, care inițial era cu fața spre est, a fost observată după 9 zile că este cu fața spre vest. Sediul mișcării atît de răsucire cît și de aplecare este în pulvina pețiolurilor secundare.

Sîntem de părere că, atunci cînd foliolele, mai ales cele laterale, execută mișcările complicate, descrise mai sus, ele se apleacă în general puțin în jos ; nu sîntem însă siguri de aceasta întrucît, în ceea ce privește pețiolul principal, mișcarea lui nocturnă este determinată în mare măsură de poziția pe care frunza se întîmplă să o ocupe în timpul zilei. Astfel, un pețiol principal a fost observat că s-a ridicat noaptea cu 59°, pe cînd alte trei s-au ridicat cu numai 7 și cu 9°. Pețiolurile frunzelor și pețiolurile foliolelor circumnutează, după cum vom vedea îndată, încontinuu în toate cele 24 de ore.

Frunzele următoarelor 15 specii, *M. officinalis*, *suaveolens*, *parviflora*, *alba*, *infesta*, *dentata*, *gracilis*, *sulcata*, *elegans*, *caerulea*, *petitpierreana*, *macrorrhiza*, *Italica*, *secundiflora* și *taurica*, dorm în aproape același fel, după cum tocmai s-a descris ; însă aplecarea de una din părți a foliolei terminale este susceptibilă să lipsească, afară numai dacă planta crește viguros. La *M. petitpierreana* și *secundiflora* rareori s-a văzut ca foliola terminală să se aplece de una din părți. La plante tinere de *M. Italica* ea s-a aplecat în modul obișnuit, însă la plante bătrîne pe deplin înflorite, crescînd în același ghiveci și observate la aceeași oră, anume la ora 20,30, nici una din foliolele terminale de pe multe zeci de frunze nu se aplecaseră de o parte, cu toate că stăteau vertical ; și nici cele două foliole laterale, cu toate că stăteau vertical, nu s-au mișcat înspre cea terminală. La ora 22,30 și iarăși la o oră după miezul nopții, foliolele terminale se aplecaseră foarte puțin de o parte, iar foliolele laterale se mișcaseră foarte puțin înspre cea terminală, așa încît chiar la această oră tîrzie, poziția foliolelor era departe de cea obișnuită. De asemenea, nu s-a văzut niciodată ca la *M. taurica* foliolele terminale să se aplece înspre una din cele două foliole laterale, cu toate că, pe cînd deveneau verticale, acestea se aplecaseră înspre cea terminală. La această specie, pețiolul secundar al foliolei terminale este de o lungime neobișnuită și dacă foliola s-ar fi aplecat într-o parte, suprafața ei superioară ar fi venit în contact numai cu vîrful oricăreia din foliolele laterale, ceea ce este poate înțelesul pierderii mișcării laterale.

Cotiledoanele nu dorm noaptea. Prima frunză constă dintr-o singură foliolă orbiculară, care se răsucește noaptea așa încît limbul să stea vertical. Un fapt remarcabil este că la *M. taurica* și într-o puțin mai mică măsură la *M. macrorrhiza* și *petitpierreana* toate numeroasele frunze mici și tinere produse la începutul primăverii din lăstarii de pe cîteva plante tăiate din seră dormeau într-un mod cu totul diferit de cel normal ; întrucît cele trei foliole, în loc să se răsucească în jurul propriilor lor axe, așa încît să prezinte marginile lor laterale spre zenit, s-au întors în sus și au stat vertical cu vîrfurile îndreptate spre zenit. Ele au luat astfel aproape aceeași poziție ca la genul înrudit *Trifolium* ; și după același principiu după care caracterele embriologice dezvăluie liniile de descendență în regnul animal, tot așa mișcările micilor frunze din cele trei specii de *Melilotus* de mai sus indică poate că acest gen se trage dintr-o formă care era îndeaproape înrudită cu un *Trifolium* și dormea la fel ca el. Există, de altfel, o specie, *M. messanensis*, ale cărei frunze, de pe plante pe deplin dezvoltate, înalte între 60 și 90 cm, dorm ca și micile frunze menționate anterior și ca cele ale unui *Trifolium*. Am fost atît de surprinși de acest din urmă caz, încît am crezut, pînă s-au examinat florile și fructele, că s-au semănat din greșeală semințele vreunui *Trifolium* în loc de cele ale unui *Melilotus*. Pare de aceea probabil, fie că *M. messanensis* și-a păstrat, fie că și-a redobîndit obiceiul inițial.

Circumnutația unei frunze de *M. officinalis* a fost înregistrată, tulpina fiind lăsată liberă ; și vîrful foliolei terminale a descris trei elipse extinse lateral între orele 8 și 16 ; după această din urmă oră a început mișcarea nocturnă de răsucire. Ulterior s-a stabilit că mișcarea de mai sus era compusă din circumnutația pe scară mică a tulpinii, a pețiolului principal care s-a mișcat cel mai mult și a pețiolului foliolei terminale. După ce pețiolul principal al unei frunze a fost fixat de un bețișor, aproape de baza pețiolului foliolei principale, acesta din urmă a descris două elipse mici între orele 10,30 și 14. La ora 19,15 după ce aceeași foliolă, precum și o alta se răsuciseră pînă în poziția lor verticală nocturnă, ele au înce-

put să se ridice încet și au continuat să o facă pînă la ora 22,35, după care oră nu au mai fost observate.

Deoarece *M. messanensis* doarme în mod anormal, altfel decît oricare altă specie din gen, s-a înregistrat timp de două zile circumnutația unei foliole terminale cu tulpina fixată. În fiecare dimineață foliola se apleca pînă la amiază și apoi începea să se ridice foarte încet; în prima zi mișcarea de ridicare a fost însă întreruptă între orele 13 și 15 prin formarea unei elipse extinsă lateral, iar a doua zi, între aceleași ore, de formarea a două elipse mai mici. Apoi mișcarea de ridicare a reînceput și a devenit rapidă seara tîrziu, cînd foliola a început să adoarmă. Mișcarea de deșteptare sau de aplecare începuse de acum în ambele dimineți pe la ora 6,45.

Trifolium (tribul 3). — Au fost observate mișcările nictitrope a 11 specii și s-a constatat că sînt foarte asemănătoare. Dacă alegem o frunză de *T. repens* cu un pețiol vertical și cu cele trei foliole întinse orizontal, se va vedea că seara cele două foliole laterale se răsucesc și se apropie între ele, pînă ce suprafețele lor superioare vin în contact. În același timp ele se apleacă în jos într-un plan în unghi drept față de cel al poziției lor anterioare, pînă ce nervura lor mediană formează un unghi de circa 45° cu partea superioară a pețiolului. Această

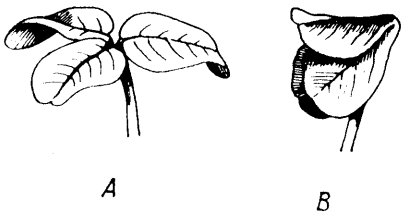


Fig. 141. — *Trifolium repens*. *A*, Frunză în timpul zilei; *B*, frunză dormind în timpul nopții.

modificare ciudată necesită o torsiune considerabilă a pulvinei. Foliola terminală se ridică numai în sus fără vreo răsucire și se apleacă pînă ce se reazemă pe marginile foliolelor laterale, acum verticale și unite, și formează un acoperiș deasupra lor. Foliola terminală trece astfel întotdeauna printr-un unghi de cel puțin 90°, în general de 130° sau 140°, și nu rareori — după cum adesea s-a observat la *T. subterraneum* — de 180°. În acest din urmă caz, noaptea, foliola terminală stă orizontal (fig. 141), cu suprafața sa inferioară pe deplin expusă spre zenit. Pe lîngă diferența unghiurilor sub care foliolele terminale stau noaptea, la indivizii de aceeași specie, adesea se deosebește de asemenea și gradul în care foliolele se apropie între ele.

Am văzut că cotiledoanele unor specii și nu ale altora se ridică noaptea vertical. În general prima frunză adevărată este unifoliată și orbiculară; întotdeauna ea se ridică și fie că stă vertical noaptea, fie că, mai obișnuit, se apleacă puțin înapoi așa încît să expună suprafața inferioară oblic spre zenit, după cum face foliola terminală a frunzei mature. Ea nu se răsucește însă ca prima frunză simplă corespunzătoare de *Melilotus*. La *T. pannonicum* prima frunză adevărată este în general unifoliată, însă uneori este trifoliată, sau este de asemenea parțial lobată și într-o stare intermediară.

Circumnutație. — Sachs a descris în 1863[10] mișcările spontane în sus și în jos ale foliolelor de *T. incarnatum*, atunci cînd sînt ținute la întuneric. Pfeffer a făcut multe observații asupra unor mișcări similare la *T. pratense* [11]. El afirmă că foliola terminală la această specie, observată în diferite momente, a trecut de la unghiuri de 30° pînă la 120° în decurs de 1½ la 4 ore. Am observat mișcările la *T. subterraneum*, *resupinatum* și *repens*.

Trifolium subterraneum. — Un pețiol a fost fixat aproape de baza celor trei foliole și mișcarea foliolei terminale a fost înregistrată timp de 26½ ore, după cum se vede în figura 142.

Între orele 6,45 și 18 vîrful s-a mișcat de trei ori în sus și de trei ori în jos în timp de 11 ore și 15 min, completînd trei elipse. Liniile ascendente și descendente sînt mai aproape una de alta decît este cazul de obicei la majoritatea plantelor, totuși există o oarecare mișcare laterală. La ora 18 a început marea ridicare nocturnă și în dimineața următoare aplecarea foliolei a continuat pînă la ora 8,30, după care a circumnutat în modul tocmai descris.

[10] „Flora", 1863, p. 497.

[11] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 35, 52.

În figură, marea ridicare nocturnă şi aplecarea de dimineaţă sînt considerabil micşorate din lipsă de spaţiu şi sînt reprezentate numai printr-o scurtă linie curbă. Foliola stătea orizontal cînd se afla la un punct puţin sub mijlocul diagramei; aşa încît în timpul zilei ea oscila aproape egal deasupra şi dedesubtul unei poziţii orizontale. La ora 8,30 ea stătea cu 48° sub orizontală, iar la ora 11,30 se ridicase cu 50° deasupra orizontalei; aşa că în 3 ore

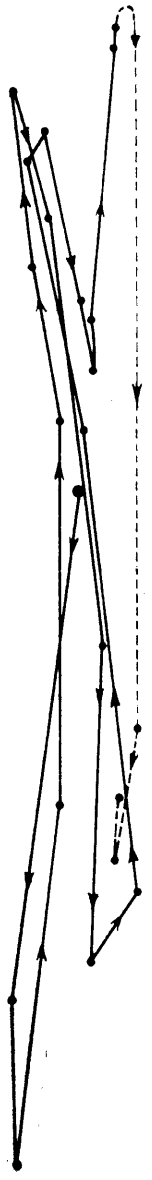
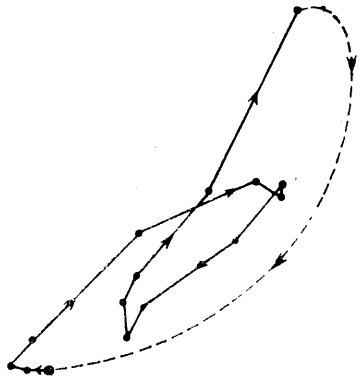


Fig. 142. — *Trifolium subterraneum.* Circumnutaţia şi mişcarea nictitropă ale unei foliole terminale (lungă de 1,7 cm), înregistrate de la 4 iulie, ora 6,45, pînă la 5 iulie, ora 9,15; vîrful frunzei la 9,7 cm de placa verticală de sticlă; după cum este arătat, mişcarea este mărită de cinci ori şi un sfert, aici fiind redusă la jumătate din scara iniţială; planta este luminată de sus; temperatura de 16—17°C.

a trecut prin 98°. Cu ajutorul desenului am stabilit că distanţa parcursă în 3 ore de vîrful acestei foliole a fost de 2,575 cm. Dacă privim figura şi prelungim în sus, în mintea noastră, scurta linie curbă punctată, care reprezintă mersul nocturn, vedem că această ultimă mişcare este numai o exagerare sau prelungire a uneia dintre elipsele diurne. Aceeaşi foliolă fusese observată în ziua precedentă şi mersul urmat atunci era aproape identic cu cel descris aici.

Trifolium resupinatum. — O plantă lăsată complet liberă a fost aşezată în faţa unei ferestre spre nord-est, într-o astfel de poziţie încît foliola terminală proemina în unghi drept faţă de sursa de lumină, cerul fiind înnorat toată ziua în mod uniform. Mişcările acestei foliole au fost înregistrate timp de două zile şi în ambele ele au fost foarte asemănătoare. Cele executate a doua zi sînt arătate la figura 134. Înclinaţia diferitelor linii este parţial datorită

modului în care foliola era privită și parțial faptului că se mișcase puțin înspre lumină. Foliola s-a aplecat între orele 7,50 și 8,40, adică mișcarea de deșteptare a continuat. Apoi ea s-a ridicat și s-a mișcat puțin lateral înspre lumină. La ora 12,30 ea a mers în sens contrar, iar la ora 14,30 și-a reluat mersul inițial, completînd astfel o mică elipsă în mijlocul zilei. Seara ea s-a ridicat rapid și în dimineața următoare la ora 8 ea revenise în exact același punct ca în dimineața precedentă. Linia reprezentînd mersul nocturn ar trebui prelungită mult mai sus și aici este scurtată într-o linie punctată, scurtă și curbă. De aceea foliola ter-



← Fig. 143. — *Trifolium resupinatum*. Circumnutația și mișcările nictitrope ale foliolei terminale în decursul a 24 de ore.

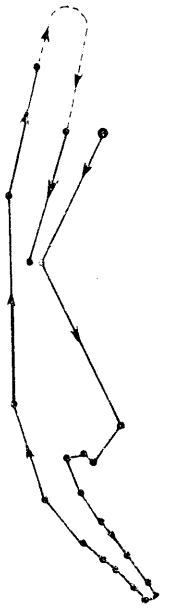


Fig. 144. — *Trifolium repens*. Circumnutatia și mișcările nictitrope ale unei foliole terminale aproape complet dezvoltate, înregistrate pe o placă verticală de sticlă de la 30 septembrie, ora 7, pînă la 1 octombrie, ora 8; mersul nocturn este reprezentat printr-o linie curbă punctată, mult scurtată. →

minală a acestei specii a descris în timpul zilei numai o singură elipsă suplimentară, în loc de două suplimentare ca la *T. subterraneum*. Trebuie să ne reamintim însă că în capitolul patru s-a arătat că tulpina circumnutează, cum face fără îndoială și pețiolul principal și pețiolurile secundare, așa încît mișcarea reprezentată în figura 143 este o mișcare compusă. Am încercat să observăm mișcările unei frunze ținută în întuneric în timpul zilei, însă după 2 ore și 15 min a început să adoarmă, și această mișcare era bine pronunțată după 4 ore și 30 min.

Trifolium repens. — O tulpină a fost fixată aproape de baza unei frunze moderat de bătrîne și mișcarea foliolei terminale a fost observată timp de două zile. Acest caz este interesant numai prin simplitatea mișcărilor, în contrast cu cele ale celor două specii precedente. În prima zi foliola s-a aplecat între orele 8 și 15, iar în a doua zi între orele 7 și 13. În ambele zile mersul descendent era puțin în zigzag, ceea ce reprezintă în mod evident mișcarea de circumnutație a celor două specii anterioare în timpul mijlocului zilei. După ora 13 la 1 octombrie (fig. 144) foliola a început să se ridice în ambele zile înainte de această oră și pînă la ora 16, mișcarea era însă înceată. Atunci a început ridicarea de seară și nocturnă. Astfel la această specie mersul în decurs de 24 de ore constă dintr-o singură elipsă mare; la *T. resupinatum* din două elipse, din care una include mișcarea nocturnă și este mult alungită; iar la *T. subterraneum* din trei elipse, din care cea nocturnă este de asemenea foarte lungă.

Securigera coronilla (tribul 4). — Foliolele, care stau opuse una față de alta și sînt numeroase, se ridică noaptea, vin în contact strîns și se apleacă înapoi într-un unghi moderat înspre baza pețiolului.

Lotus (tribul 4). — S-au observat mișcările nictitrope a 10 specii din acest gen și s-a constatat că sînt aceleași. Noaptea pețiolul principal se ridică puțin, iar cele trei foliole se ridică pînă ce devin verticale și în același timp se apropie între ele. Acest lucru era bătător la ochi la *L. jacobaeus*, la care foliolele sînt aproape lineare. La majoritatea speciilor foliolele se ridică atît de mult, încît apasă pe tulpină și nu rareori se apleacă puțin spre inte-

rior cu suprafețele lor inferioare expuse oblic spre zenit. Acesta era cazul lui *L. major*, deoarece peţiolurile sale sînt neobișnuit de lungi și foliolele sînt astfel în măsură să se aplece și mai departe spre interior. Frunzele tinere de pe vîrful tulpinelor se închid noaptea atît de mult, încît adesea seamănă cu muguri mari. Foliolele în formă de stipule, care adesea sînt de dimensiuni mari, se ridică ca și celelalte foliole (fig. 145). Toate foliolele de *L. creticus* și probabil ale celorlalte specii sînt prevăzute la bază cu pulvine de culoare gălbuie și formate din celule foarte mici. Circumnutația unei foliole terminale de *L. peregrinus* (cu tulpina fixată) a fost

Fig. 145. — *Lotus creticus*. *A*, Tulpină cu frunzele treze în timpul zilei; *B*, frunze dormind noaptea; *SS*, foliole în formă de stipule.

înregistrată timp de două zile, însă mișcarea era atît de simplă încît diagrama nu a meritat să fie redată. Foliola s-a aplecat încet de dis-de-dimineață pînă la ora 13. Apoi, la început s-a ridicat treptat, însă mai repede seara tîrziu. Uneori, în timpul zilei, ea sta pe loc timp de aproximativ 20 de minute, iar uneori mergea puțin în zigzag. Mișcarea uneia dintre foliolele bazale în formă de stipulă a fost de asemenea înregistrată în același mod și în același timp și mersul ei era foarte asemănător cu cel al foliolei terminale.

La tribul 5 al lui Bentham și Hooker, mișcările de somn ale unor specii din 5 genuri au fost observate de noi și de alții, însă numai la *Robinia* cu oarecare atenție. *Psoralea acaulis* își ridică noaptea cele trei foliole; pe cînd la *Amorpha fruticosa* [12], *Dalea alopecuroides* și *Indigofera tinctoria* ele se apleacă. Duchartre [13] afirmă că *Tephrosia caribaea* este unicul exemplu de „folioles couchées le long du pétiole et vers la base"**, însă o mișcare similară are loc, după cum am văzut mai sus, și după cum vom vedea iarăși în alte cazuri. După Royer[14], *Wistaria sinensis* „abaisse ses folioles qui par une disposition bizarre sont inclinées dans la même feuille, les supérieures vers le sommet, les inférieures vers la base du pétiole commun"; însă foliolele de pe o plantă tînără observată de noi în seră s-au aplecat noaptea numai vertical în jos. Foliolele se ridică la *Sphaerophysa salsola*, *Colutea arborea* și *Astragalus uliginosus*, și după Linné se apleacă la *Glycyrrhiza*. Frunzele de *Robinia pseudoaccacia* de asemenea se apleacă noaptea vertical în jos, însă peţiolurile se ridică puțin, și anume cu 3° într-un caz și

[12] Duchartre, *Eléments de Botanique*, 1867, p. 349.
[13] *Ibidem*, p. 347.
** „Foliolele culcate de-a lungul peţiolului și înspre bază" (*N. trad.*).
[14] „Annal. des Sc. Nat. Bot.", Seria a 5-a, IC, 1868. „Apleacă foliolele sale care printr-o dispoziție bizară sînt înclinate în aceeași frunză, cele superioare înspre vîrf, cele inferioare înspre baza peţiolului comun" (*N. trad.*).

cu 4° într-altul. Mișcările de circumnutație ale unei foliole terminale de pe o frunză relativ bătrînă au fost înregistrate timp de 2 zile și erau simple. Foliola s-a aplecat încet într-o linie ușor în zigzag, între orele 8 și 17, iar apoi mai rapid ; la ora 7 în dimineața următoare ea se ridicase pînă la poziția ei diurnă. Nu exista decît o singură particularitate în mișcare, și anume că în ambele zile există o oscilație distinctă însă mică în sus și în jos între orele 8,30 și 10, și aceasta ar fi fost probabil mai puternic pronunțată dacă frunza nu ar fi fost mai tînără.

Coronilla rosea (tribul 6). — Frunzele poartă 9 sau 10 perechi de foliole opuse, care ziua stau orizontal, cu nervurile mediane în unghi drept față de pețiol. Noaptea ele se ridică, așa încît foliolele opuse vin aproape în contact, iar cele de pe frunzele mai tinere în contact strîns. În același timp ele se apleacă înapoi înspre baza pețiolului pînă ce nervurile lor mediane formează cu ea unghiuri între 40 și 50° în plan vertical, după cum se vede aici (fig. 146). Totuși, uneori foliolele se apleacă atît de mult înapoi încît nervurile lor me-

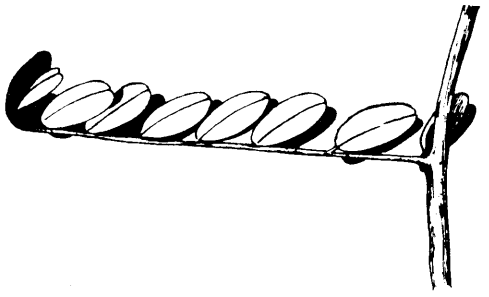


Fig. 146. — *Coronilla rosea*. Frunză care doarme.

diane devin paralele cu pețiolul și sînt culcate pe el. Ele ocupă astfel o poziție inversă față de cea a mai multor leguminoase, ca de exemplu la *Mimosa pudica* ; însă, din cauză că sînt mai îndepărtate, ele nu se suprapun nici pe departe atît de mult ca la această din urmă plantă. Pețiolul principal este ușor curbat în jos în timpul zilei, însă se îndreaptă noaptea. În trei cazuri el s-a ridicat de la 3° deasupra orizontalei la amiază la 9° la ora 22 ; de la 11 la 33° și de la 5 la 33° — amplitudinea mișcării unghiulare în acest din urmă caz ridicîndu-se la 28°. La mai multe alte specii de *Coronilla* foliolele nu au arătat decît slabe mișcări asemănătoare.

Hedysorum coronarium (tribul 6). — Micile foliole laterale de pe plante crescînd în aer liber s-au ridicat noaptea vertical în sus, însă foliola mare terminală nu s-a aplecat decît moderat. Pețiolurile nu par să se fi ridicat de loc.

Smithia pfundii (tribul 6). — Foliolele se ridică vertical în sus și pețiolul principal se ridică de asemenea considerabil.

Arachis hypogea (tribul 6). — Forma unei frunze, cu cele două perechi de foliole ale sale, e arătată în *A* (fig. 147), iar în *B* o frunză dormind, desenată după o fotografie (făcută cu ajutorul luminii de magneziu). Noaptea cele două foliole terminale se răsucesc complet

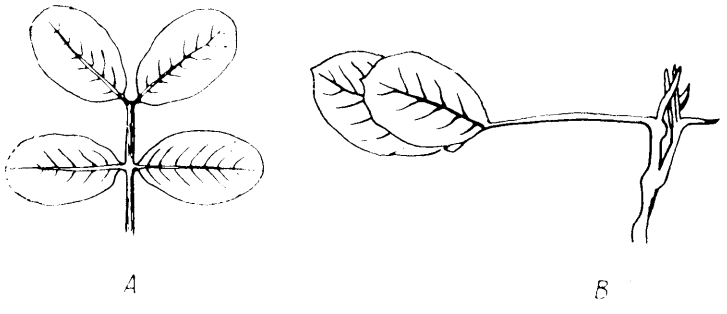


Fig. 147. — *Arachis hypogaea*. *A*, Frunză în timpul zilei, văzută vertical de sus ; *B*, frunză dormind, văzută lateral, copiată după o fotografie ; figurile mult reduse.

pînă ce limburile lor stau vertical și se apropie între ele pînă ce se întîlnesc, mișcîndu-se în același timp puțin în sus și înapoi. Cele două foliole laterale se întîlnesc între ele în același mod, însă se mișcă într-o mai mare măsură înainte, adică într-o direcție contrarie celor două foliole terminale, pe care le cuprinde parțial. Astfel, cele patru foliole formează împreună

un singur pachet cu marginile îndreptate spre zenit și cu suprafețele inferioare întoarse în afară. Pe o plantă care nu creștea viguros, foliolele închise păreau prea grele pentru peţioluri pentru a le susține într-o poziție verticală, așa încît în fiecare noapte peţiolul principal se răsucea și toate pachetele se întindeau orizontal cu suprafețele inferioare ale foliolelor de una din părți îndreptate înspre zenit în mod cu totul anormal. Se menționează acest fapt numai ca un avertisment, deoarece el ne-a surprins considerabil pînă ce am descoperit că era o anomalie. În timpul zilei peţiolurile sînt curbate în sus, noaptea însă ele se apleacă în așa fel încît să stea aproximativ în unghi drept față de tulpină. Gradul de aplecare nu a fost măsurat decît într-un singur caz, constatîndu-se că este de 39°. Un peţiol a fost fixat de un beţișor la baza celor două foliole terminale și mișcarea de circumnutație a uneia dintre aceste foliole a fost înregistrată între orele 6,40′ și 22,40′, planta fiind luminată de sus. Temperatura era de 17—17½°C, deci puțin prea joasă. În decursul celor 16 ore foliola s-a mișcat de trei ori în sus și de trei ori în jos și, deoarece liniile ascendente și descendente nu coincideau, s-au format trei elipse.

Desmodium gyrans (tribul 6). — Aici este reprezentată (fig. 148) o frunză mare, pe deplin dezvoltată a acestei plante atît de renumită pentru mișcările spontane ale micilor foliole laterale. Marea foliolă terminală doarme aplecîndu-se vertical în jos, în vreme ce peţiolul se ridică în sus. Cotiledoanele nu dorm, însă frunza nou formată doarme tot atît de bine ca și cele mai bătrîne. Aspectul prezentat de o ramură care doarme și de una în timpul zilei, copiat după două fotografii, sînt arătate în *A* și *B* (fig. 149) și vedem cum noaptea

Fig. 148. — *Desmodium gyrans* (tribul 6). Frunză văzută de sus, redusă la jumătate din mărimea naturală; stipulele, foarte mici, sînt aici neobișnuit de mari.

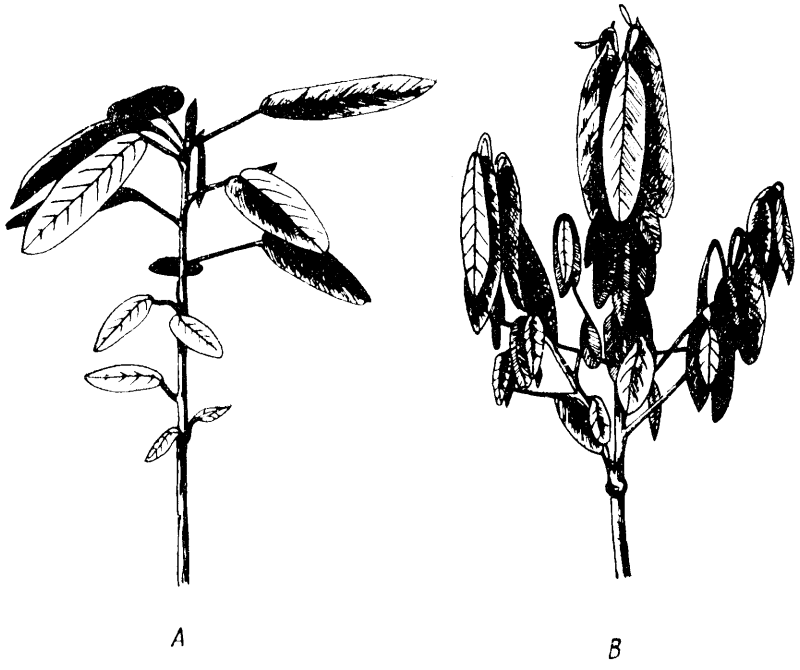


Fig. 149. — *Desmodium gyrans*. *A*, Tulpina în timpul zilei; *B*, tulpină cu frunze dormind; figurile sînt reduse.

frunzele sînt înghesuite, ca pentru a se apăra reciproc, prin ridicarea peţiolurilor. Noaptea, peţiolurile frunzelor mai tinere din apropierea vîrfurilor lăstarilor se ridică așa încît să stea vertical și paralel cu tulpina; pe cînd la cele din părți s-a constatat că în patru cazuri ele s-au ridicat cu respectiv 46,5, 36, 20 și 19,5° deasupra pozițiilor înclinate pe care le ocupaseră în timpul zilei. De exemplu, în primul din aceste patru cazuri, peţiolul stătea ziua cu 23° iar noaptea cu 69,5° deasupra orizontalei. Seara ridicarea peţiolurilor este aproape terminată înainte ca foliolele să se aplece vertical în jos.

Circumnutație. — Mișcările de circumnutație a patru lăstare tinere au fost observate timp de 5 ore și 15 min și în acest timp fiecare a executat cîte o figură ovală de dimensiune mică. Pețiolul principal de asemenea a circumnutat rapid, deoarece în curs de 31 de minute (temperatura 26,2°C) el și-a schimbat mersul de șase ori chiar în unghi drept, descriind o figură care părea să reprezinte două elipse. Mișcarea foliolei terminale cu ajutorul pețiolului secundar sau al pulvinei ei este tot atît de rapidă sau chiar mai rapidă decît cea a pețiolului principal și este de o mai mare amplitudine. Pfeffer a văzut [15] că aceste foliole se mișcă într-un unghi de 8° în decursul a 10—30 de secunde.

O frunză frumoasă, aproape pe deplin dezvoltată, de pe o plantă tînără, înaltă de 20 cm, cu tulpina fixată de un băț la baza frunzei, a fost observată de la ora 8,30 la 22 iunie, pînă

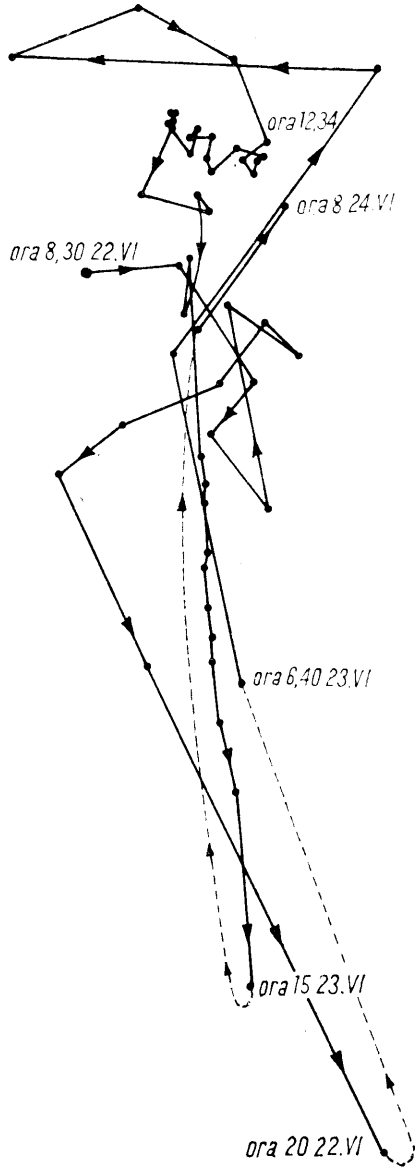


Fig. 150. — *Desmodium gyrans.* Circumnutația și mișcarea nictitropă ale unei frunze (lungă de 9,375 cm, inclusiv pețiolul) timp de 48 de ore; un fir de sticlă este fixat de nervura mediană a foliolei terminale; vîrful ei la 15 cm de placa verticală de sticlă; diagrama redusă la o treime din scara inițială; planta luminată de sus; temperatura de 19—20°C.

la ora 8 la 24 iunie. În diagrama de mai jos (fig. 150), cele două linii curbe, punctate, care reprezintă mersurile nocturne, ar trebui mult prelungite în jos. În prima zi foliola s-a mișcat de trei ori în jos și de trei ori în sus și lateral pe o mare distanță; mersul era de asemenea

[15] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, p. 35.

remarcabil de încovoiat, în formă de cîrlig. În general punctele au fost făcute la fiecare oră; dacă ar fi fost făcute la fiecare cîteva minute, toate liniile ar fi fost într-o măsură extraordinară în zigzag, ici și colo formîndu-se cîte o buclă. Putem deduce că așa ar fi fost, deoarece în decurs de 31 min (între orele 12,34 și 13,5) s-au făcut cinci puncte și vedem în partea de sus a diagramei cît de încovoiat este mersul aici; dacă nu s-ar fi unit decît primul și ultimul punct, am fi avut o linie dreaptă. Exact același fapt poate fi văzut la liniile reprezentînd mersul între orele 14,24 și 15, atunci cînd s-au marcat șase puncte intermediare; și iarăși la orele 16,46 și 16,50. Rezultatul a fost însă cu totul diferit după ora 18, adică după ce începuse marea aplecare nocturnă; întrucît, cu toate că atunci în decurs de 32 min se marcaseră 9 puncte, cînd acestea au fost unite (vezi figura) linia astfel formată era aproape dreaptă. De aceea, foliolele încep să se aplece după amiază în linii în zigzag, însă, de îndată ce aplecarea devine mai rapidă, întreaga energie este cheltuită pentru a se mișca în acest fel, și mersul lor devine rectiliniu. După ce foliolele sînt complet adormite, ele nu se mai mișcă decît foarte puțin sau de loc.

Dacă planta de mai sus ar fi fost supusă unei temperaturi de peste 19,5—21°C, mișcările foliolei terminale ar fi fost probabil chiar și mai rapide și de o amplitudine mai mare decît cele arătate în diagramă, deoarece o plantă a fost ținută cîtva timp în seră la o temperatură de 33,3—33,8°C, și în timp de 35 min vîrful foliolei s-a aplecat de două ori și s-a ridicat o dată, parcurgînd un spațiu de 3 cm în direcție verticală și 2,05 cm în direcție orizontală. Pe cînd se mișca în acest fel, foliola de asemenea se rotea în jurul propriei sale axe (și acesta a fost un punct căruia nu i s-a acordat nici o atenție), deoarece planul limbului se schimbase cu 41°, după un interval de numai cîteva minute. Uneori foliola stătea scurt timp pe loc. Nu a existat nici o mișcare de salt, atît de caracteristică micilor foliole laterale. O scădere bruscă și mare a temperaturii face ca foliola terminală să se aplece în jos; astfel o frunză tăiată a fost scufundată în apă la 35°C, care a fost încălzită încet la 39,4°C și ulterior lăsată să se răcească la 21°C și pețiolul foliolei terminale s-a aplecat atunci în jos. Ulterior apa a fost încălzită la 49°C și pețiolul secundar s-a îndreptat. Experiențe similare cu frunze în apă au fost repetate de două ori cu aproape aceleași rezultate. Ar trebui adăugat că apa încălzită chiar pînă la 50°C nu omoară frunza. O plantă a fost pusă la întuneric la ora 8,37 și la ora 14 (adică după 5 ore și 23 min), cu toate că foliolele se aplecaseră considerabil, ele nu dobîndiseră cîtuși de puțin poziția lor nocturnă, atîrnînd vertical. Pe de altă parte, Pfeffer spune[16] că aceasta s-a întîmplat între 15′ și 2 ore; deosebirea între rezultatele noastre poate fi datorită faptului că planta cu care noi am experimentat era o plantulă foarte tînără și viguroasă.

Mișcările micilor foliole laterale. — Acestea au fost descrise atît de des, încît ne vom strădui să redăm cît mai pe scurt, aducînd cîteva fapte și concluzii noi. Uneori foliolele își schimbă repede poziția chiar cu aproape 180°; și pețiolurile lor secundare pot fi văzute atunci curbîndu-se mult. Ele se rotesc în jurul propriilor axe așa încît suprafețele lor superioare sînt îndreptate în toate direcțiile cardinale. Figura descrisă de vîrf este un oval sau o elipsă neregulată. Uneori ele rămîn cîtva timp staționare. Între mișcările lor și cele mai mici, executate de către foliola terminală mare, pe cînd aceasta face marile sale oscilații, în multe privințe nu există nici o deosebire, în afară de rapiditate și grad. Mișcările micilor foliole sînt, după cum se știe, foarte influențate de temperatură. Aceasta s-a văzut clar prin cufundarea unor frunze cu foliole nemișcate în apă rece, care a fost încălzită încet la 39,5°C, și atunci foliolele s-au mișcat rapid descriind în 40 min o duzină de mici cercuri neregulate. În acest timp apa a devenit mult mai rece și mișcările s-au încetinit sau aproape s-au oprit; temperatura apei a fost apoi ridicată la 37,8°C și foliolele au început iarăși să se miște repede. Într-un alt caz, un mănunchi de frunze frumoase a fost cufundat în apă la 11,6°C, și foliolele erau firește nemișcate. Apa a fost încălzită la 37,2°C și foliolele au început curînd să se miște; ea a fost încălzită la 40,5°C, și mișcările au devenit mult mai rapide, fiecare mic cerc sau oval fiind completat între 1 minut și 30 de secunde și un minut și 45 de secunde; nu exista totuși nici o mișcare de salt, fapt care trebuie să fie atribuit poate rezistenței apei.

Sachs afirmă că foliolele nu se mișcă pînă ce aerul înconjurător nu se ridică pînă la 21,5—22°C, ceea ce corespunde experienței noastre pe plante pe deplin sau aproape pe deplin dezvoltate. Însă foliolele plantulelor tinere prezintă o mișcare de salt la temperaturi mult mai joase. O plantulă a fost ținută o jumătate de zi (16 aprilie) într-o cameră în care temperatura

[16] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, p. 39.

era constantă de 17,8°C și singura foliolă pe care o avea făcea tot timpul mișcări în salt, însă nu atît de rapide ca în seră. Seara ghiveciul a fost dus într-un dormitor, unde temperatura a rămas aproape în tot timpul nopții de 16,7°C; la orele 22,23 foliola încă mai executa salturi; la ora 3,30 nu s-au văzut salturi, însă nu a fost observată decît puțin timp. Acum era însă aplecată într-un unghi mult mai mic decît cel ocupat la ora 13. La ora 6,30 (temperatura 16°C) înclinarea ei era mică, mai mică decît înainte, și încă și mai mică la ora 6,45; pînă la ora 7,40 ea se ridicase, iar la 8,30 s-a constatat iarăși că sălta. Această foliolă s-a mișcat deci toată noaptea și pînă la ora 1 (și poate și mai tîrziu) mișcările erau în salt și iarăși la 8,30, cu toate că temperatura nu era decît de 16 și 16,7°C. De aceea trebuie să conchidem că foliolele laterale produse de plante tinere se deosebesc întrucîtva prin constituție de cele de pe plante mai bătrîne.

La marele gen *Desmodium*, cea mai mare parte a speciilor sînt trifoliate; unele sînt însă unifoliate, și chiar aceeași plantă poate purta frunze uni- și trifoliate. La majoritatea speciilor foliolele laterale sînt numai cu puțin mai mici decît cea terminală. De aceea foliolele laterale de *D. gyrans* (vezi figura anterioară 148) trebuie considerate aproape rudimentare. Ele sînt și funcțional rudimentare, dacă se poate folosi această expresie; deoarece cu siguranță că nu dorm ca foliolele terminale pe deplin dezvoltate. Este totuși posibil ca aplecarea foliolelor între orele unu și 6,45 să reprezinte, după cum s-a arătat mai sus, o stare de somn. Este bine cunoscut faptul că foliolele continuă să se miște în salt în prima parte a nopții; grădinarul meu a observat însă, între orele 5 și 5,30 (13 octombrie), o plantă din seră, temperatura fiind menținută la 27,8°C, și a constatat că toate foliolele erau aplecate; nu a văzut nici o mișcare în salt pînă la ora 6,55, cînd foliola se ridicase și era trează. Două zile mai tîrziu (15 octombrie) el a observat aceeași plantă la ora 4,47 (temperatura 25°C) și a constatat că marile foliole terminale erau treze, cu toate că nu chiar orizontale; și singura cauză căreia i-am putut atribui această stare de veghe era că planta fusese ținută, în scopuri experimentale, toată ziua precedentă, la o temperatură neobișnuit de ridicată; micile foliole laterale se mișcau de asemenea în salt la această oră; nu știm însă dacă era vreo legătură între acest din urmă fapt și poziția suborizontală a foliolelor terminale. Este, de asemenea, sigur că foliolele laterale nu dorm ca foliolele terminale; și în această privință se poate spune că sînt funcțional într-o stare rudimentară. Ele sînt într-o stare asemănătoare în legătură cu vitalitatea, întrucît, dacă o plantă este scuturată sau stropită, foliolele terminale se apleacă pînă la circa 45° sub orizontală; noi însă nu am putut detecta niciodată vreun efect produs astfel asupra foliolelor laterale; totuși nu putem afirma în mod pozitiv că frecarea sau înțeparea pulvinei nu produce nici un efect.

Ca și în cazul majorității organelor rudimentare, foliolele variază ca mărime; adesea ele se îndepărtează de la poziția lor normală și nu sînt opuse una față de alta și adesea una din cele două lipsea. În unele cazuri, însă nu în toate, această lipsă părea să fie datorită faptului că foliola se contopise complet cu pețiolul principal, după cum se poate deduce în prezența unei ușoare creșteri de-a lungul marginii ei superioare și din mersul vaselor. Într-unul din cazuri există urma unei foliole, sub forma unui vîrf foarte mic la celălalt capăt al crestei. Dispariția frecventă bruscă și completă a uneia sau a ambelor foliole rudimentare este un fapt oarecum neobișnuit; mult mai surprinzător este însă că frunzele care se dezvoltă primele pe plantule nu sînt prevăzute cu aceste [foliole]. Astfel, pe o plantulă, a șaptea frunză deasupra cotiledoanelor era prima care avea foliole laterale și în acest caz numai una singură. Pe o altă plantulă, a unsprezecea frunză era prima care purta o foliolă; dintre cele nouă frunze următoare, cinci aveau numai o singură foliolă laterală, iar patru nici una; în fine, o frunză, a douăzeci și una de deasupra cotiledoanelor, era prevăzută cu două foliole rudimentare laterale. Dintr-o analogie foarte răspîndită în regnul animal, s-ar fi putut prevedea că aceste foliole rudimentare ar fi fost mai bine dezvoltate și prezenta în mod mai regulat pe plantele foarte tinere decît pe cele mai bătrîne. Avînd însă în vedere, mai întîi că caractere de mult pierdute apar uneori tîrziu în viață, și în al doilea rînd că speciile de *Desmodium* sînt în general trifoliate, însă că unele sînt unifoliate, apare bănuiala că *D. gyrans* se trage dintr-o specie unifoliată și că aceasta s-a tras dintr-una trifoliată; deoarece în acest caz atît absența micilor foliole laterale pe plantulele foarte tinere, cît și apariția lor ulterioară, pot fi atribuite reversiunei la strămoși mai mult sau mai puțin îndepărtați[17].

[17] *Desmodium vespertilionis* este îndeaproape înrudită cu *D. gyrans* și nu pare să aibă decît întîmplător foliole laterale rudimentare. Duchartre, *Eléments de Botanique*, 1867, p. 353.

Nimeni nu va presupune că mișcările rapide ale foliolelor laterale de *D. gyrans* sînt de vreun folos plantei; și nu se știe cîtuși de puțin de ce ele trebuie să se comporte în acest fel. Ne-am închipuit că între capacitatea lor de mișcare și starea lor rudimentară ar putea fi o oarecare legătură și de aceea am observat foliolele aproape rudimentare de *Mimosa albida* vel *sensitiva* (desenul căreia va fi dat ulterior); ele nu au prezentat însă nici o mișcare extraordinară și noaptea adormeau ca și foliolele pe deplin dezvoltate. Exista totuși această deosebire remarcabilă în aceste două cazuri: la *Desmodium* pulvina foliolelor rudimentare nu a fost redusă în lungime în mod corespunzător cu reducerea limbului în aceeași măsură în care s-a întîmplat la *Mimosa*; și gradul de mișcare a limbului depinde de lungimea și de gradul de curbură ale pulvinei. Astfel, lungimea medie a pulvinei la foliolele mari terminale de *Desmodium* este de 3 mm, pe cînd cea a foliolelor rudimentare este de 2,86 mm; așa încît ele se deosebesc numai puțin prin lungime. La diametru însă, ele se deosebesc mult, cel al pulvinei micilor foliole fiind de numai 0,3 mm la 0,4 mm; pe cînd cel al foliolelor terminale este de 1,33 mm. Dacă revenim acum la *Mimosa*, constatăm că lungimea medie a pulvinei foliolelor aproape rudimentare este de numai 0,466 mm, sau puțin mai mult decît un sfert al pulvinei foliolelor pe deplin dezvoltate, anume 1,66 mm. În această mică reducere în lungimea pulvinei foliolelor rudimentare de *Desmodium* avem, după cît se pare, cauza cea mai apropiată a marei mișcări rapide de circumnutație, în contact cu cea a foliolelor aproape rudimentare de *Mimosa*. Mica dimensiune și greutate ale limbului și mica rezistență opusă de aer mișcării lui intră fără îndoială de asemenea în joc; deoarece am văzut că, dacă sînt cufundate în apă, atunci cînd rezistența ar fi mult mai mare, aceste foliole sînt împiedicate să se miște înainte, în salt. Nu știm de ce în timpul reducerii foliolelor laterale sau în timpul reapariției lor, la *Desmodium* pulvina a fost mult mai puțin influențată decît limbul, dacă ele își datorau originea reversiunii — pe cînd la *Mimosa* pulvina a fost considerabil redusă. Merită totuși notat că reducerea foliolelor la aceste două genuri pare să fi fost influențată de un proces diferit cu un scop diferit, întrucît la *Mimosa* reducerea foliolelor interioare și bazale a fost necesară din lipsă de spațiu; nici o asemenea necesitate nu există însă la *Desmodium* și reducerea foliolelor sale laterale pare să fi fost datorată principiului compensației, ca urmare a dimensiunii mari a foliolei terminale.

Uraria (tribul 6) și *Centrosema* (tribul 8). — Foliolele de *Uraria lagopus* și frunzele unei *Centrosema* din Brazilia se apleacă noaptea ambele în jos. La această din urmă plantă pețiolul s-a ridicat în același timp cu 16,5°.

Amphicarpaea monoica (tribul 8). — Noaptea foliolele se apleacă vertical în jos și pețiolurile se apleacă de asemenea mult. Un pețiol care a fost observat cu grijă, stătea în timpul zilei cu 25° deasupra orizontalei, iar noaptea cu 32° sub orizontală; el s-a aplecat deci cu 57°. Un fir de sticlă a fost fixat transversal de-a curmezișul foliolei terminale a unei frunze tinere frumoase (lungă de 5,625 cm inclusiv pețiolul) și mișcarea întregei frunze a fost înregistrată pe o placă verticală de sticlă. Într-unele privințe aceasta a fost o metodă greșită, deoarece, independent de aplecarea sau ridicarea ei, rotația foliolei ridica sau apleca firul de sticlă; aceasta era însă cea mai bună metodă pentru scopul nostru special de a observa dacă frunza s-a mișcat mult după ce adormise. Planta se încolăcise strîns în jurul unui bețișor subțire, așa încît circumnutația tulpinii a fost împiedicată. Mișcarea frunzei a fost înregistrată timp de 48 de ore, de la ora 9 la 10 iulie pînă la ora 9 la 12 iulie. În figura dată (fig. 151) vedem cît de complicat îi era mersul în ambele zile: în decursul celei de-a doua zi ea și-a modificat considerabil mersul de 13 ori. Foliolele au început să adoarmă puțin după ora 18 și la ora 19,15 ele atîrnau vertical în jos și erau complet adormite; însă în ambele nopți ele au continuat să se miște între orele 19,15 și 22,40 — 22,50, chiar tot atît de mult ca și în timpul zilei; și acesta era punctul pe care doream să-l stabilim. În figură vedem că marea mișcare de aplecare de seara tîrziu nu se deosebește în mod esențial de circumnutația din timpul zilei.

Glycine hispida (tribul 8). — Noaptea cele trei foliole se apleacă vertical în jos.

Erythrina (tribul 8). — Au fost observate cinci specii și noaptea foliolele tuturor s-au aplecat vertical în jos; la *E. caffra* și la o a doua specie nenumită, pețiolurile s-au ridicat puțin în același timp. Mișcările foliolei terminale de *E. cristagalli* (cu pețiolul principal fixat de un bețișor) au fost înregistrate de la ora 6,40, la 8 iunie, pînă la ora 8, la 10 iunie. Pentru a observa mișcările nictitrope ale acestei plante, este necesar ca ea să fi crescut într-o seră caldă, deoarece în clima noastră ea nu doarme în aer liber. În desenul nostru (fig. 152) vedem că foliola a oscilat de două ori în sus și în jos între începutul dimineții și amiază; ea s-a aplecat apoi mult, ridicîndu-se ulterior pînă la ora 15. La această din urmă oră a

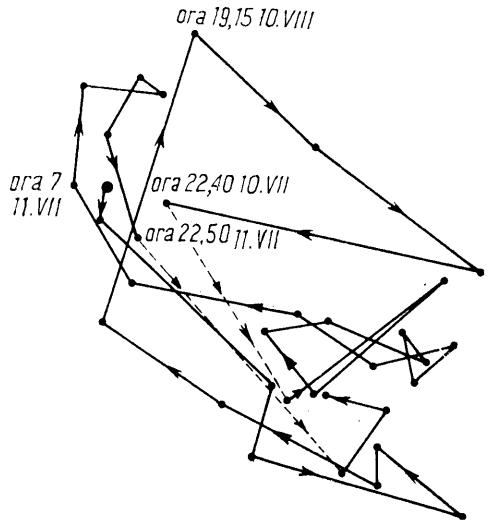


Fig. 151. — *Amphicarpaea monoica*. Circumnutația și mișcarea nictitropă ale frunzei în decurs de 48 de ore; vîrful ei la 22,50 cm de placa verticală de sticlă; figura redusă la o treime din scara inițială; planta luminată de sus; temperatura de 17,5—18,5°C.

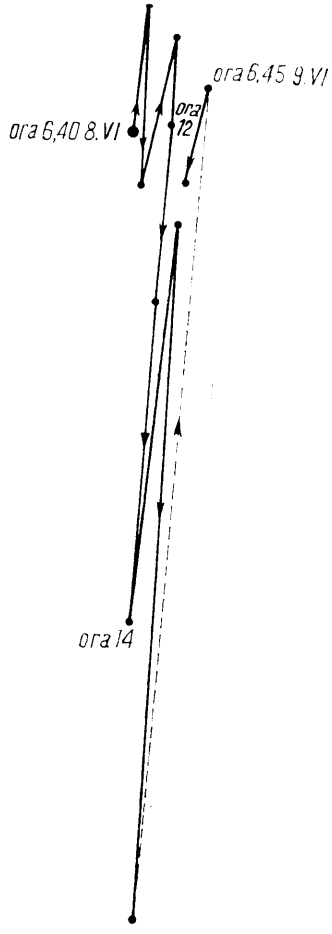


Fig. 152. — *Erythrina crista-galli*. Circumnutația și mișcarea nictitropă ale foliolei terminale (lungă de 9,375 cm), înregistrate timp de 25 de ore; vîrful frunzei de 8,750 cm de placa verticală de sticlă; figura redusă la jumătate din scara inițială; planta luminată de sus; temperatura de 17,5—18,5°C.

nceput marea aplecare nocturnă. A doua zi (al cărei desen nu este dat aici) a existat aceeași oscilație dublă înaintea amiezii, însă una foarte mică după amiază. A treia dimineață foliola -a mișcat lateral, datorită faptului că începea să ia o poziție oblică, după cum pare să se întîmple invariabil la foliolele acestei specii atunci cînd îmbătrînesc. După ce adormiseră i atîrnau vertical în jos, ele au continuat, în ambele nopți, să se miște puțin atît în sus i în jos, cît și dintr-o parte într-alta.

Erythrina caffra. — Un fir de sticlă a fost fixat transversal de-a curmezișul foliolei terminale ale cărei mișcări doream să le observăm pe cînd dormea. În dimineața zilei de 10 iunie, planta a fost pusă sub un luminator de tavan unde lumina era slabă și nu am știut dacă aceasta se datora acestei cauze sau faptului că planta fusese tulburată, însă foliola a atîrnat toată ziua vertical în jos ; totuși ea a circumnutat în această poziție, descriind o figură reprezentînd două elipse neregulate. Ziua următoare ea a circumnutat într-o mai mare măsură, descriind patru elipse neregulate și la ora 15 ea se ridicase într-o poziție orizontală. La ora 19,15′ ea dormea și atîrna vertical, însă a continuat să circumnuteze atîta timp cît am observat-o, pînă la ora 23.

Erythrina corallodendron. — S-au înregistrat mișcările unei foliole terminale. În cursul celei de-a doua zi ea a oscilat de patru ori în sus și de patru ori în jos între orele 8 și 16, după care a început marea aplecare nocturnă. A treia zi mișcarea avea o amplitudine tot atît de mare, însă era remarcabil de simplă, întrucît foliola s-a ridicat într-o linie aproape perfect dreaptă de la ora 6,30′ pînă la ora 15, iar apoi s-a aplecat într-o linie tot atît de dreaptă pînă ce atîrna vertical și dormea.

Apios tuberosa (tribul 8). — Noaptea foliolele se apleacă vertical în jos.

Phaseolis vulgaris (tribul 8). — Noaptea foliolele se apleacă de asemenea vertical în jos. În seră, pețiolul unei frunze tinere s-a ridicat noaptea cu 16°, iar cel al unei frunze mai bătrîne cu 10°. La plantele care cresc în aer liber, foliolele nu par să doarmă decît cînd anotimpul este ceva mai înaintat, deoarece în nopțile de 11 și 12 iunie nici una din ele nu dormea, în vreme ce în noaptea de 15 august foliolele acelorași plante atîrnau vertical în jos și dormeau. La *Ph. caracalla* și *hermandesii* frunzele primare unifoliate și foliolele frunzelor secundare trifoliate se apleacă noaptea vertical în jos. Aceasta se aplică și frunzelor secundare trifoliate de *Ph. roxburghii*, este însă remarcabil că frunzele primare unifoliate, care sînt mult alungite, se ridică noaptea de la aproximativ 20° la aproximativ 60° deasupra orizontalei. Totuși, la plantele mai bătrîne, avînd frunzele secundare de-abia dezvoltate, frunzele primare stau orizontal în mijlocul zilei sau sînt puțin deviate sub orizontală. Într-un asemenea caz frunzele primare s-au ridicat de la 26° sub orizontală, la amiază, pînă la 20° deasupra ei la ora 22 ; pe cînd la aceeași oră foliolele frunzelor secundare atîrnau vertical. Aici avem deci cazul extraordinar al frunzelor primare și secundare, de pe aceeași plantă, care se mișcă în același timp în direcții opuse.

Am văzut acum că la cele șase genuri de *Phaseoleae* observate de noi (cu excepția frunzelor primare de *Phaseolus roxburghii*), toate foliolele dorm în același mod și anume aplecîndu-se vertical în jos. Mișcările pețiolurilor nu au fost observate decît la trei din aceste genuri. Ele s-au ridicat la *Centrosema* și *Phaseolus* și s-au aplecat la *Amphicarpaea.*

Sophora chrysophylla (tribul 10). — Noaptea foliolele se ridică și, în același timp, sînt îndreptate înspre vîrful frunzei ca la *Mimosa pudica.*

Caesalpinia, Haematoxylon, Gleditschia, Poinciana. — Noaptea foliolele a două specii de *Caesalpinia* (tribul 13) se ridică. La *Haematoxylon campechianum* (tribul 13) foliolele se

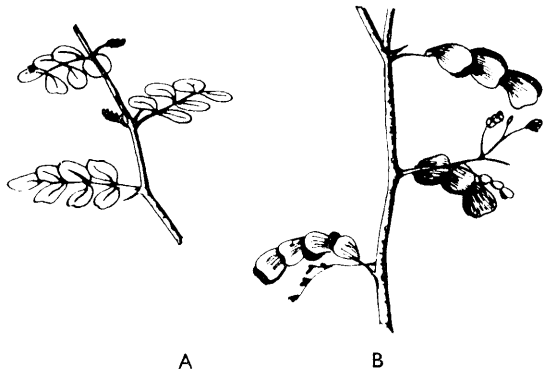


Fig. 153. — *Haematoxylon campechianum.* *A*, Ramură în timpul zilei ; *B*, ramură cu frunzele dormind ; reduse la două treimi din scara inițială.

mișcă noaptea înainte, așa încît nervurile lor mediane stau paralel cu pețiolul, iar suprafețele lor inferioare, acum verticale, sînt întoarse în afară (fig. 153). Pețiolul se apleacă puțin. Dacă înțelegem corect descrierea lui Duchartre, la *Gleditschia* și la *Poinciana Gilliesi* (ambele aparținînd tribului 13), frunzele se comportă în același fel.

Cassia (tribul 14). — Mișcările nictitrope ale frunzelor multor specii din acest gen sînt foarte asemănătoare și considerabil de complicate. Ele au fost descrise pe scurt de Linné și de atunci de Duchartre. Observațiile noastre au fost făcute mai ales pe *C. floribunda* [18] și *corymbosa*, însă alte cîteva specii au fost întîmplător observate. Foliolele întinse orizontal se apleacă noaptea vertical în jos; însă nu simplu, ca la atît de multe alte genuri, deoarece fiecare foliolă se rotește în jurul propriei sale axe, așa încît suprafața sa inferioară stă cu fața

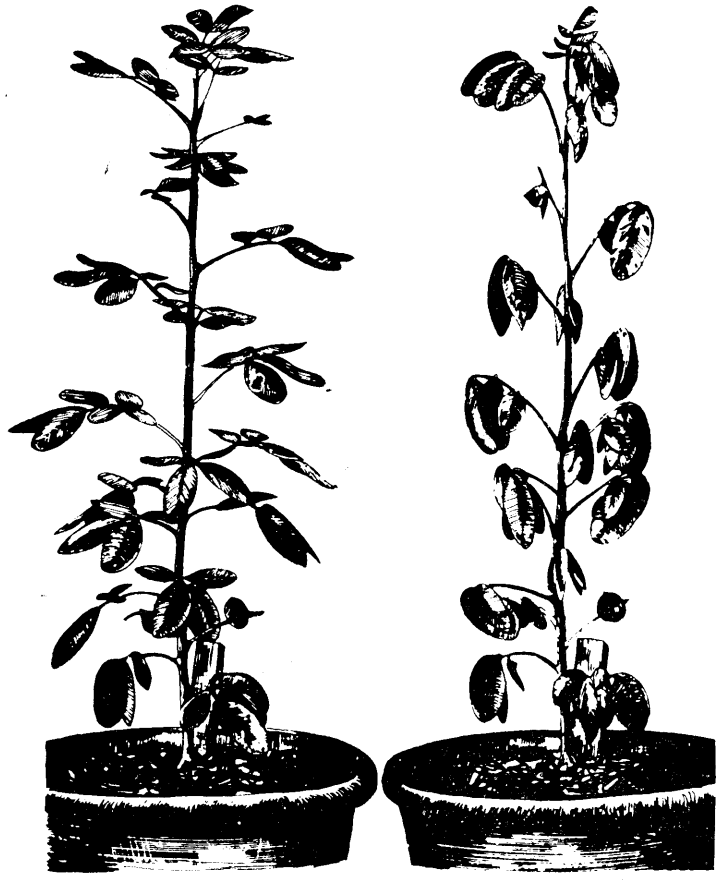


Fig. 154. — *Cassia corymbosa*. *A*, Planta în timpul zilei; *B*, aceeași plantă noaptea; ambele figuri sînt copiate după fotografii.

pre exterior. Suprafețele superioare ale foliolelor opuse sînt astfel aduse în contact una cu alta dedesubtul pețiolului și sînt bine apărate (fig. 154). Rotația și alte mișcări sînt influențate printr-o pulvină bine dezvoltată de la baza fiecărei foliole, după cum se poate vedea în nod clar atunci cînd o linie îngustă, neagră fusese trasă de-a lungul ei în timpul zilei. Cele două foliole terminale cuprind, în timpul zilei, ceva mai puțin decît un unghi drept; divergența lor crește însă considerabil în timp ce se apleacă în jos și se rotesc, așa încît noaptea ele stau lateral, după cum se vede în figură. De altfel ele se mișcă puțin înapoi, așa încît să fie îndreptate înspre baza pețiolului. Într-un caz am constatat că nervura mediană a unei foliole terminale a format noaptea un unghi de 36° cu o linie trasă vertical de la capătul peţiolului. A doua pereche de foliole de asemenea se mișcă puțin înapoi, însă mai puțin decît perechea terminală, iar a treia pereche se mișcă vertical în jos sau chiar puțin înainte.

[18] D. Dyer mă informează că dl. Bentham este de părere că *C. floribunda* (o tufă comună de seră) este un hibrid comun în Franța și că se apropie foarte mult de *C. laevigata*. Ea este fără îndoială aceeași ca și forma descrisă de Lindley („Bot. Reg.", tab. 1, p. 422) ca *C. heberliana*.

Astfel, la acele specii care nu au decît 3 sau 4 perechi, toate foliolele tind să formeze un singur mănunchi, cu suprafețele lor superioare în contact și cu cele inferioare întoarse în afară. În sfîrșit, noaptea peţiolul principal se ridică, însă cu frunzele de diferite vîrste în diferite grade, anume unele cu un unghi de 12°, altele chiar cu 41°.

Cassia calliantha. — Frunzele poartă un mare număr de foliole care noaptea se mișcă în același fel după cum tocmai s-a descris ; se pare însă că peţiolurile nu se ridică și unul care a fost observat cu grijă s-a aplecat cu siguranță cu 3°.

Cassia pubescens. — Deosebirea principală în mișcările nictitrope ale acestei specii, comparată cu cele ale speciilor precedente, constă din faptul că foliolele nu se rotesc pe departe atît de mult, de aceea suprafețele lor inferioare stau noaptea numai puțin cu fața spre

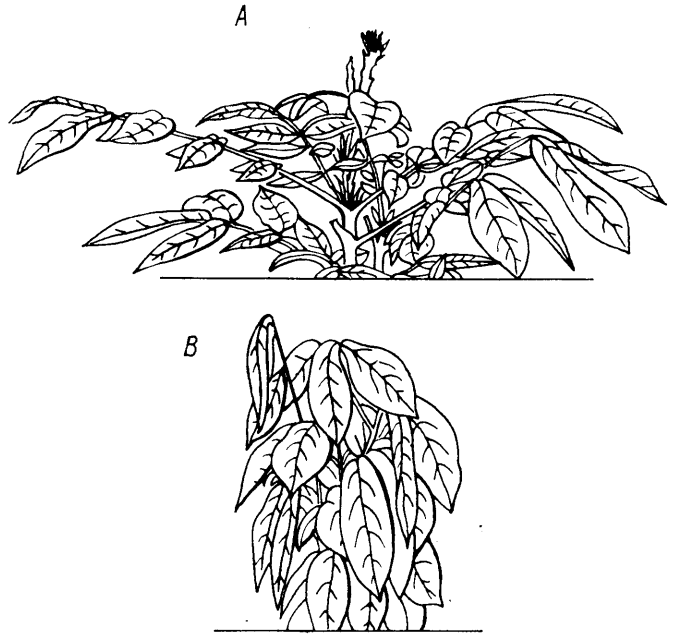


Fig. 155. — *Cassia pubescens.* *A*, Partea superioară a plantei în timpul zilei ; *B*, aceeași plantă noaptea ; figuri reduse după fotografii.

exterior. Peţiolurile, care în timpul zilei sînt numai puțin înclinate deasupra orizontalei, se ridică noaptea în mod remarcabil și stau aproape sau complet vertical. Aceasta, împreună cu poziția atîrnîndă a foliolelor fac ca noaptea întreagă planta să arate uimitor de compactă. În cele două figuri anterioare, copiate după fotografii, aceeași plantă este reprezentată trează și dormind (fig. 155) ; și vedem cît de diferit este aspectul lor.

Cassia mimosoides. — Noaptea numeroasele foliole de pe fiecare frunză se rotesc în jurul axei lor, iar vîrfurile li se mișcă înspre vîrful frunzei ; ele sînt astfel imbricate cu suprafața lor inferioară îndreptată în sus și cu nervurile lor mediane aproape paralele cu peţiolul. În consecință, această specie se deosebește de toate celelalte văzute de noi, cu excepția celei următoare, prin faptul că noaptea foliolele nu se apleacă în jos. Un peţiol, ale cărui mișcări au fost măsurate, s-a ridicat noaptea cu 8°.

Cassia barclayana. — Foliolele acestei specii australiene sînt numeroase, foarte înguste și aproape liniare. Noaptea ele se ridică puțin în sus și se mișcă de asemenea înspre vîrful frunzei. De exemplu, două foliole opuse care diverg una de alta în timpul zilei într-un unghi de 104°, noaptea nu diverg decît cu 72° ; așa încît fiecare se ridicase cu 16° deasupra poziției ei diurne. Peţiolul unei frunze tinere s-a ridicat noaptea cu 34°, iar cel al unei frunze mai bătrîne cu 19°. Datorită micii mișcări a foliolelor și a mișcării considerabile a peţiolului, tufa prezintă noaptea un aspect diferit de cel din timpul zilei ; totuși cu greu se poate spune că frunzele dorm.

Mișcările de circumnutație ale frunzelor de *C. floribunda*, *calliantha* și *pubescens* au fost observate, fiecare timp de trei sau patru zile : ele erau de fapt la fel, cele ale ultimei specii fiind cele mai simple. Peţiolul de *C. floribunda* a fost fixat de un beţișor la baza celor două foliole terminale și un fir de sticlă a fost fixat de-a lungul nervurii mediane a uneia din ele. Mișcările lui au fost înregistrate de la ora 13 la 13 august pînă la ora 8,30 la 17 august, însă

numai cele din ultimele 2 ore sînt date în figura 156. În fiecare zi, de la ora 8 (cînd frunza își luase poziția sa diurnă) pînă la ora 11 sau 15 el a mers în zigzag sau a circumnutat pe deasupra aproape al aceluiași spațiu mic; între orele 14 și 15 a început marea mișcare serală. Liniile reprezentînd această aplecare și ridicarea de dis-de-dimineață sînt oblice datorită modului neobișnuit în care dorm foliolele, după cum s-a descris mai sus. După ce foliola adormise, la ora 18, și pe cînd firul subțire de sticlă atîrna perpendicular în jos, mișcarea vîrfului

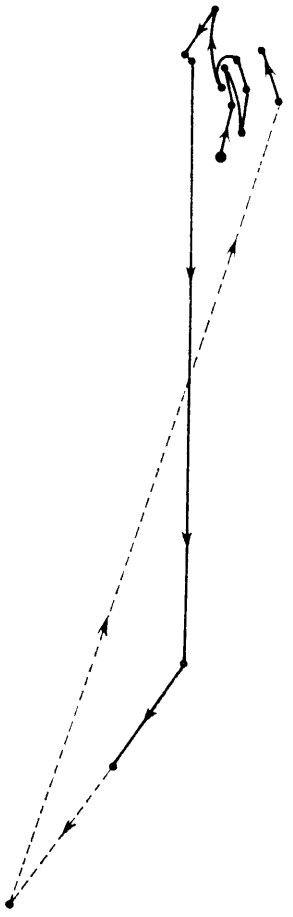


Fig. 156. — *Cassia floribunda.* Circumnutația și mișcarea nictitropă ale foliolei terminale (lungă de 3,875 cm), înregistrate de la ora 8,30 pînă la aceeași oră din dimineața următoare; vîrful foliolei la 13,75 cm de placa verticală de sticlă; pețiolul principal lung de 9,325 cm; temperatura de 16—17,5°C; figura redusă la jumătate din scara inițială.

său a fost înregistrată pînă la ora 22,30; și în tot acest timp el s-a legănat dintr-o parte într-alta, completînd mai multe elipse.

Bauhinia (tribul 15). — Mișcările nictitrope la patru specii erau asemănătoare și foarte neobișnuite. A fost observată mai ales o plantă obținută din semințele ce ne-au fost trimise de către Fritz Müller din sudul Braziliei. Frunzele sînt mari și adînc crestate la capete. Noaptea cele două jumătăți se ridică și se închid complet împreună, ca și foliolele opuse ale multor leguminoase. La o plantă foarte tînără pețiolurile se ridică considerabil în același timp; unul, care la prînz era ridicat cu 45° deasupra orizontalei, noaptea stătea la 75°; el se ridicase astfel cu 30°; un altul s-a ridicat cu 34°. În timp ce cele două jumătăți ale frunzei se închid, nervura mediană a primei se apleacă vertical în jos, iar ulterior se apleacă înapoi, așa încît să treacă aproape de-a lungul unei laturi a propriului său pețiol înclinat în sus, nervura mediană fiind astfel îndreptată spre tulpina sau spre axa plantei. Unghiul pe care nervura mediană îl forma cu orizontala a fost măsurat într-un caz la diferite ore: la amiază el era orizontal, seara tîrziu atîrna vertical; apoi s-a ridicat de partea opusă și la ora 22,15 era cu numai 27° sub orizontală, fiind îndreptat înspre tulpină. El parcursese deci 153°. Datorită acestei mișcări — faptului că frunzele erau împăturite — și că pețiolurile se ridicau, planta întreagă este ca atare mai compactă noaptea decît în timpul zilei, după cum este un plop piramidal de Lombardia față de orice altă specie de plop. Este remarcabil faptul că atunci

cînd plantele noastre au îmbătrînit puțin, adică pînă la o înălțime de 60—90 cm, peţiolurile nu se ridică noaptea, iar nervurile mediane ale frunzelor împăturite nu se apleacă înapoi de-a lungul unei laturi a peţiolului. Am observat la alte cîteva genuri că peţiolurile plantelor foarte tinere se ridică noaptea mult mai mult decît cele ale plantelor mai bătrîne.

Tamarindus indica (tribul 16). — Noaptea foliolele se apropie și se întîlnesc una cu alta și sînt toate îndreptate spre vîrful frunzei. Ele devin astfel imbricate cu nervurile mediane paralele cu peţiolul. Mișcarea este foarte asemănătoare cu cea a lui *Haematoxylon* (fig. 153), însă mai remarcabilă din cauza marelui număr de foliole.

Adenanthera, *Prosopis* și *Neptunia* (tribul 20). — La *Adenanthera pavonia* foliolele se întorc pe muchie și se apleacă noaptea. La *Prosopis* ele se întorc în sus. La *Neptunia oleracea* foliolele de pe părțile opuse ale aceluiași segment vin în contact și sînt îndreptate înainte. Foliolele însăși se mișcă în jos și în același timp înapoi înspre tulpina plantei. Peţiolul principal se ridică.

Mimosa pudica (tribul 20). — Această plantă a fost supusă la nenumărate observații; există însă cîteva puncte în legătură cu subiectul nostru, care nu au fost suficient studiate. După cum este bine cunoscut, noaptea foliolele opuse vin în contact între ele și sînt îndreptate înspre vîrful frunzei; ele devin astfel bine imbricate, cu suprafețele superioare apărate. Cele patru foliole se apropie de asemenea foarte mult între ele și întreaga frunză devine astfel foarte compactă. În timpul zilei pînă seara tîrziu peţiolul principal se apleacă în jos și se ridică pînă dis-de-dimineață. Tulpina circumnutează în mod continuu într-un ritm foarte rapid, cu toate că nu într-o mare măsură. Unele plante foarte tinere, ținute la întuneric, au fost observate timp de două zile și cu toate că au fost supuse la o temperatură relativ joasă de 13,8—15°C, tulpina uneia a descris în decurs de 12 ore patru elipse mici. Vom vedea imediat că peţiolul principal circumnutează și el încontinuu, după cum face și fiecare frunză și fiecare foliolă în parte. De aceea dacă s-ar înregistra mișcarea vîrfului oricărei dintre foliole, mersul descris ar fi combinat din mișcările celor patru părți separate.

Un fir de sticlă fusese fixat seara precedentă longitudinal față de peţiolul principal al unei frunze aproape pe deplin dezvoltată, foarte sensibilă (lungă de 10 cm), cu baza tulpinii fixată de un beţișor și s-a făcut un desen pe o placă verticală de sticlă, în seră, la o temperatură ridicată. În figura alăturată (fig. 157), primul punct a fost făcut la ora 8,30 la 2 august, iar ultimul la ora 19 la 3 august. În prima zi, în decurs de 12 ore, peţiolul s-a mișcat de trei ori în jos și de două ori în sus. Înăuntrul aceleiași perioade de timp din a doua zi el s-a mișcat de cinci ori în jos și de patru ori în sus. Întrucît liniile ascendente și descendente nu coincid, este evident că peţiolul circumnutează, marea aplecare de seară și ridicarea nocturnă fiind o exagerare a uneia dintre circumnutații. Ar trebui totuși observat că peţiolul s-a aplecat mult mai jos seara decît se putea vedea pe placa verticală de sticlă sau este reprezentat în diagramă. După ora 19 în ziua de 3 (cînd a fost făcut ultimul punct în figura 157) ghiveciul a fost dus într-un dormitor, iar la ora 0,50 (adică după miezul nopții) peţiolul a fost găsit stînd aproape vertical și cu mult mai înclinat decît era la ora 22,40. Atunci cînd a fost iarăși observat la ora 4, el începuse să se aplece și a continuat să se aplece pînă la ora 6,15, după care el a mers în zigzag și iarăși a circumnutat. Observații similare au fost făcute asupra unui alt peţiol, cu aproape aceleași rezultate.

În alte două cazuri mișcarea peţiolului principal a fost observată fiecare două sau trei minute, plantele fiind ținute la o temperatură relativ ridicată, adică în primul caz la 25—27°C, și apoi firul de sticlă a descris 2½ elipse în 69 de minute. În al doilea caz, cînd temperatura era de 27—30°C, el a făcut puțin mai mult de 3 elipse în 67 de minute. De aceea, figura 157, cu toate că acum este suficient de complicată, ar fi fost incomparabil mai complicată dacă s-ar fi marcat puncte pe placa de sticlă la fiecare 2 sau 3 min, în loc de fiecare oră sau jumătate de oră. Cu toate că în timpul zilei peţiolul principal descrie în mod continuu și rapid mici elipse, totuși după ce a început marea mișcare nocturnă, dacă s-ar face puncte la fiecare 2 sau 3 min, cum s-a făcut între orele 21,30 și 22,30 (temperatura 29°C) și dacă punctele ar fi apoi unite, rezultatul ar fi o linie aproape absolut dreaptă.

Pentru a arăta că, după toate probabilitățile, mișcarea peţiolului se datorește turgescenței variabile a pulvinei și nu creșterii (după concluziile lui Pfeffer), a fost aleasă pentru observație o frunză bătrînă cu unele din foliolele sale gălbui și aproape insensibile și planta a fost ținută la temperatura foarte favorabilă de 26,7°C. Peţiolul s-a aplecat de la ora 8 pînă la 10,15, iar apoi s-a ridicat puțin într-o linie ușor în zigzag, adesea rămînînd staționară pînă la ora 17, cînd a început marea aplecare de seară care s-a continuat cel puțin pînă la

ora 22. În dimineața următoare la ora 7 el se ridicase la același nivel ca în dimineața precedentă și apoi s-a aplecat în zigzag. Între orele 10,30 și 16,15 el a rămas însă nemișcat, toată capacitatea de mișcare fiind acum pierdută. De aceea pețiolul acestei frunze foarte bătrîne, care trebuie să fi încetat de mult să crească, se mișca periodic; însă în loc să circumnuteze de mai multe ori în timpul zilei, s-a mișcat numai de două ori în jos și de două ori în sus în decurs de 24 de ore, cu liniile ascendente și descendente necoincizînd.

S-a arătat mai sus că foliolele se mișcă independent de pețiolul principal. Pețiolul unei frunze a fost fixat de un suport de plută, aproape de punctul de unde diverg cele patru

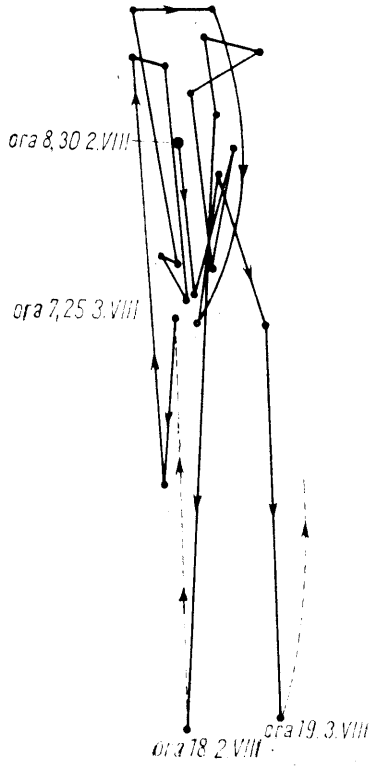


Fig. 157. — *Mimosa pudica*. Circumnutația și mișcarea nictitropă ale pețiolului principal, înregistrate în decurs de 34 de ore și 30 min.

foliole, cu un scurt fir subțire de sticlă fixat longitudinal de unul din cele două foliole terminale, și un semicerc gradat a fost așezat sub el. Privind vertical în jos, mișcările lui unghiulare sau laterale puteau fi măsurate cu exactitate. Între amiază și ora 16,15 foliola și-a schimbat poziția de o parte cu numai 7°; însă nu încontinuu în aceeași direcție, întrucît s-a mișcat de patru ori de o parte și de trei ori de partea opusă, într-un caz chiar cu 16°. De aceea această foliolă circumnuta. Seara mai tîrziu, cele patru foliole s-au apropiat între ele și cea care era observată s-a mișcat cu 59° spre interior, între amiază și ora 18,45. În decurs de 2 ore și 20 min s-au făcut zece observații (la intervale medii de 14 minute) între orele 16,25 și 18,45; și nu exista, atunci cînd frunza urma să adoarmă, nici o legănare dintr-o parte într-alta, ci o mișcare constantă spre interior. Seara avem deci aici aceeași transformare a unei circumnutații într-o mișcare constantă într-o direcție, ca și în cazul pețiolului principal.

S-a afirmat de asemenea că fiecare foliolă separată circumnutează. O foliolă a fost fixată cu șelac de vîrful unui bețișor înfipt ferm în pămînt chiar sub o pereche de foliole; la nervurile mediane ale ambelor foliole s-au fixat fire extrem de subțiri de sticlă. Acest tratament nu a vătămat foliolele, deoarece ele au adormit în modul obișnuit și și-au păstrat mult timp sensibilitatea. Mișcările uneia dintre ele au fost înregistrate timp de 49 de ore, după cum se vede în figura 158. În prima zi foliola s-a aplecat în jos pînă la ora 11,30 și apoi s-a ridicat pînă seara tîrziu într-o linie în zigzag, indicînd circumnutație. A doua zi, cînd era mai obișnuită cu noua sa stare, ea a oscilat de două ori în sus și de două ori în jos în decurs de 24 de ore. Această plantă a fost supusă la o temperatură oarecum redusă, anume 16,7—17,8°C; dacă ar fi fost ținută mai caldă, fără îndoială că mișcarea foliolei ar fi fost mult mai

rapidă și mai complicată. Din diagramă se poate vedea că liniile ascendente și descendente nu coincid; însă marea amploare a mișcării laterale de seară este rezultatul faptului că foliolele se apleacă spre vîrful frunzei atunci cînd adorm. O altă foliolă a fost observată întîmplător și s-a constatat că ea circumnutează încontinuu în tot acest timp.

Circumnutația frunzelor nu dispare atunci cînd ele stau în întuneric, continuînd un timp potrivit de lung; însă periodicitatea propriu-zisă a mișcărilor lor este pierdută. Cîteva plantule foarte tinere au fost ținute timp de două zile la întuneric (temperatura 13,8—15°C), în afară de cazul cînd se observa ocazional circumnutația tulpinilor lor; și în seara

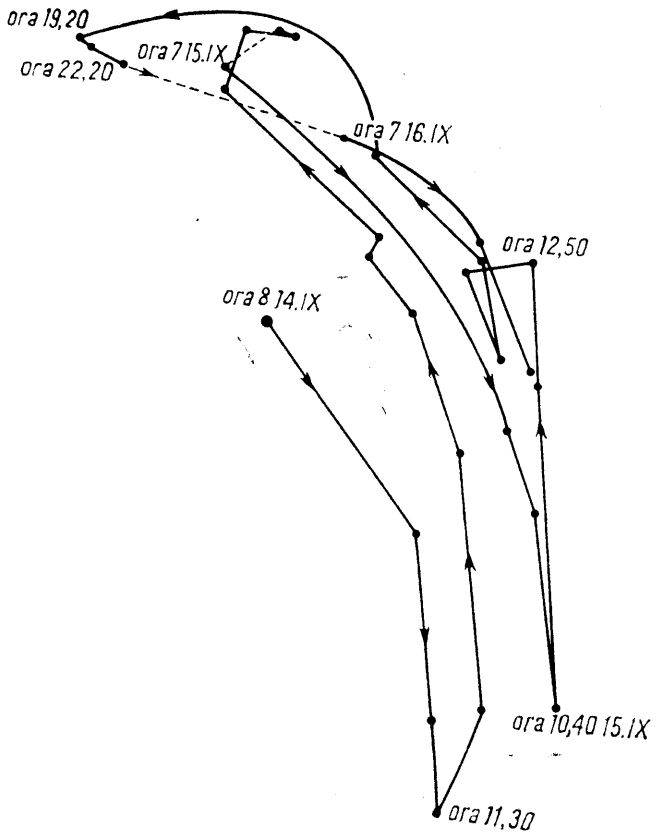


Fig. 158. — *Mimosa pudica*. Circumnutația și mișcarea nictitropă ale unei foliole (cu foliolele fixate), înregistrate pe o placă verticală de sticlă de la 14 septembrie, ora 8, pînă la 16 septembrie, ora 9.

celei de-a doua zi foliolele nu au adormit pe deplin și cum trebuie. Ghiveciul a fost apoi pus pentru trei zile într-un dulap întunecos, la aproape aceeași temperatură, și la sfîrșitul acestei perioade foliolele nu au arătat nici un semn de somn și nu erau decît puțin sensibile la atingere. În ziua următoare tulpina a fost fixată de un bețișor și mișcările a două frunze au fost înregistrate timp de 72 de ore pe o placă verticală de sticlă. Plantele au fost ținute în întuneric în continuare, cu deosebirea că la fiecare observație, care dura 3 sau 4 minute, ele erau luminate de două lumînări. A treia zi foliolele încă mai prezentau o urmă de sensibilitate cînd erau apăsate cu foiță, însă seara ele nu manifestau nici un semn de somn. Totuși, peţiolurile lor au continuat să circumnuteze în mod vizibil, cu toate că ordinea firească a mișcărilor în raport cu ziua și noaptea era complet pierdută. Astfel o frunză s-a aplecat în primele două nopți (anume între orele 22 și 7 în dimineața următoare) în loc de a se ridica, iar a treia noapte s-a mișcat mai ales lateral. Cea de-a doua frunză s-a comportat într-un mod tot atît de normal, mișcîndu-se lateral prima noapte, aplecîndu-se considerabil în cea de-a doua și ridicîndu-se la o înălțime neobișnuită în cursul celei de-a treia nopți.

La plantele ținute la o temperatură ridicată și expuse la lumină s-a observat cea mai rapidă mișcare de circumnutație a vîrfului unei frunze, mergînd pînă la 0,005 cm într-o secundă, ceea ce ar fi fost egal cu 0,31 cm pe minut, dacă frunza nu s-ar fi oprit uneori. Distanța reală parcursă de vîrf (după cum a fost stabilită printr-un instrument de măsurat plasat

foarte aproape de frunză) a fost într-un caz de 1,875 cm în direcție verticală în 15 minute, iar într-un alt caz de 0,94 cm în 60 min; exista, de asemenea, și o oarecare mișcare laterală.

Mimosa albida[19]. — Frunzele acestei plante, din care una este arătată aici (fig. 159), redusă la 2/3 din mărimea naturală, prezintă cîteva particularități interesante. Ea constă dintr-un pețiol lung avînd două frunze penate (reprezentate aici puțin mai divergente decît de obicei), fiecare cu cîte două perechi de foliole. Însă foliolele bazale interioare sînt mult reduse ca dimensiune, datorită probabil lipsei de spațiu pentru completa lor dezvoltare așa încît ele pot fi considerate aproape ca rudimentare. Pețiolurile variază puțin ca dimensiune, însă

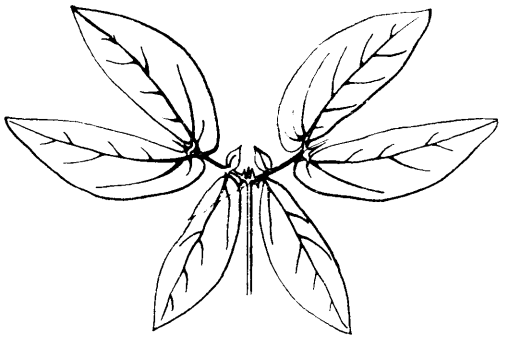


Fig. 159. — *Mimosa albida*. Frunză văzută vertical de sus.

uneori ambele dispar sau numai unul singur. Totuși, ca funcțiune ele nu sînt cîtuși de puțin rudimentare, deoarece sînt sensibile, extrem de heliotrope, circumnutează cu aproape aceeași viteză ca și foliolele pe deplin dezvoltate și atunci cînd dorm iau exact aceeași poziție. La *M. pudica*, foliolele interioare sînt la bază și între frunzele penate de asemenea foarte scurtate și oblic trunchiate; ceea ce s-a văzut bine la unele plantule de *M. pudica*, la care a treia frunză deasupra cotiledoanelor nu avea decît două frunze penate, fiecare cu numai 3 sau 4 perechi de foliole, dintre care cea interioară bazală era mai puțin de jumătate atît de lungă ca perechea sa; așa încît în general frunza întreagă semăna destul de mult cu cea de *M. albida*. La această din urmă specie pețiolul principal se termină cu un mic vîrf, de fiecare parte existînd cîte o pereche de foarte mici proeminențe turtite, lanceolate, păroase pe margini, care cad și dispar curînd după ce frunza este pe deplin dezvoltată. Nu poate exista îndoială că aceste mici proeminențe reprezintă ultimele urme trecătoare ale unei perechi suplimentare de foliole la fiecare frunză penată; deoarece cea exterioară este de două ori mai lată decît cea interioară, precum și puțin mai lungă, adică de 0,175 cm, pe cînd cea interioară este lungă de 0,125—0,150 cm. Or, dacă perechea bazală de foliole ale frunzelor existente ar deveni rudimentară, ar trebui să ne așteptăm ca rudimentele să mai prezinte o oarecare urmă a marei lor inegalități actuale în dimensiune. Concluzia că frunzele penate ale formei parentale *M. albida* aveau cel puțin trei perechi de foliole, în loc de numai două, ca în prezent, este susținută de structura primei frunze adevărate; întrucît aceasta constă dintr-un pețiol simplu, avînd adesea trei perechi de foliole. Acest din urmă fapt, precum și prezența rudimentelor duc la concluzia că *M. albida* se trage dintr-o formă ale cărei frunze aveau mai mult decît două perechi de foliole. Cea de-a doua frunză de deasupra cotiledoanelor seamănă în toate privințele cu frunzele de pe plantele pe deplin dezvoltate.

Atunci cînd frunzele adorm, fiecare foliolă se răsucește pe jumătate în jur, așa încît să-și prezinte marginea spre zenit și vine în contact strîns cu perechea sa. Frunzele penate se apropie și ele strîns una de alta, așa încît cele patru foliole terminale se strîng laolaltă. Marile foliole bazale în contact cu foliolele interne rudimentare se mișcă spre interior și înainte, astfel încît să cuprindă exteriorul foliolelor terminale unite și astfel toate opt foliolele (inclusiv cele rudimentare) formează împreună un singur mănunchi vertical. În același timp, în care cele două frunze penate se apropie una de alta, ele se apleacă în jos și astfel, în loc de a se întinde orizontal în aceeași linie, ca în timpul zilei, ele atîrnă noaptea într-un unghi de circa 45° sau chiar mai mare dedesubtul orizontalei. Mișcarea pețiolului principal pare să

[19] D. Thiselton Dyer ne informează că această plantă peruviană (care ne-a fost trimisă de la Kew) este considerată de dl. Bentham („Trans. Linn. Soc.", vol. XXX, p. 390) ca fiind „specia sau varietatea care reprezintă cel mai obișnuit pe *M. sensitiva* din grădinile noastre".

fie variabilă și seara l-am văzut cu 27° mai jos decît în timpul zilei ; uneori era însă aproape în aceeași poziție. Totuși, o mișcare de aplecare seara și una de ridicare noaptea constituie probabil mersul normal, deoarece acesta este bine pronunțat la pețiolul primei frunze adevărate.

Circumnutația pețiolului principal al unei frunze tinere a fost înregistrată timp de $2\ ^3/_4$ zile și a fost într-o măsură considerabilă, însă mai puțin complicată decît la *M. pudica*. Mișcarea era mult mai laterală decît este de obicei la frunzele care circumnutează și aceasta a fost singura particularitate pe care a prezentat-o. La microscop s-a constatat că vîrful uneia dintre foliolele terminale a parcurs 0,05 cm în 3 min.

Mimosa marginata. — Noaptea foliolele opuse se ridică în sus și se apropie între ele, însă nu vin în contact strîns, în afară numai de cazul foliolelor foarte tinere de pe lăstari viguroși. Foliolele pe deplin dezvoltate circumnutează în timpul zilei încet și în mică măsură.

Schrankia uncinata (tribul 20). — O frunză constă din două sau trei perechi de foliole penate, fiecare avînd multe foliole mici. Cînd planta doarme, acestea sînt îndreptate înainte și sînt imbricate. Noaptea, unghiul dintre cele două foliole penate terminale s-a micșorat, într-un caz cu 15°, și ele s-au aplecat aproape vertical în jos. Perechile posterioare de foliole penate de asemenea s-au aplecat în jos, însă nu converg, adică nu se mișcă înspre vîrful frunzei. Pețiolul principal nu se apleacă, cel puțin în timpul serii. În această ultimă privință, precum și în aplecarea foliolelor penate, există o deosebire pronunțată între mișcările nictitrope ale plantei de față și ale speciei *Mimosa pudica*. Trebuie totuși adăugat că exemplarul nostru nu era într-o stare foarte viguroasă. Foliolele penate de *Schrankia aculeata*, de asemenea, se apleacă noaptea.

Acacia farnesiana (tribul 22). — Aspectul diferit prezentat de acest arbust cînd doarme și cînd este treaz este uimitor. În figura de mai jos se arată aceeași frunză în cele două stări (fig. 160). Foliolele se mișcă înspre vîrful foliolei penate și se imbrică și atunci foliolele penate arată ca niște capete de sfoară care se leagănă. Observațiile și măsurătorile următoare nu se aplică complet micii frunze arătată aci. Foliolele penate se mișcă înainte și în același timp se apleacă în jos, în timp ce pețiolul principal se ridică mult. În privința gradului de mișcare, cele două foliole penate terminale ale unui exemplar au format împreună, în timpul zilei, un unghi de 100°, iar noaptea unul de numai 38°, așa încît fiecare s-a deplasat cu 31°. În timpul zilei, penultimele foliole penate formau împreună un unghi de 180°, adică ele stăteau într-o linie dreaptă opuse una față de alta și noaptea fiecare se deplasase cu 65°. În timpul zilei, perechea bazală de foliole penate era îndreptată cu circa 21° înapoi, iar noaptea cu 38° înainte, așa că fiecare s-a deplasat cu 59°. Însă, în același timp, foliolele penate se apleacă considerabil și uneori atîrnă aproape vertical în jos. Pe de altă parte, pețiolul principal se ridică mult ; la ora 8,30 unul stătea cu 34° mai sus decît la amiază și la ora 6,40 în dimineața următoare era cu 10° mai sus ; curînd după această oră a început mișcarea diurnă de aplecare. Mersul unei frunze aproape pe deplin dezvoltate a fost înregistrat timp de 14 ore, [descriind un] puternic zigzag, și părea să reprezinte cinci elipse cu axele lor mai lungi îndreptate în direcții diferite.

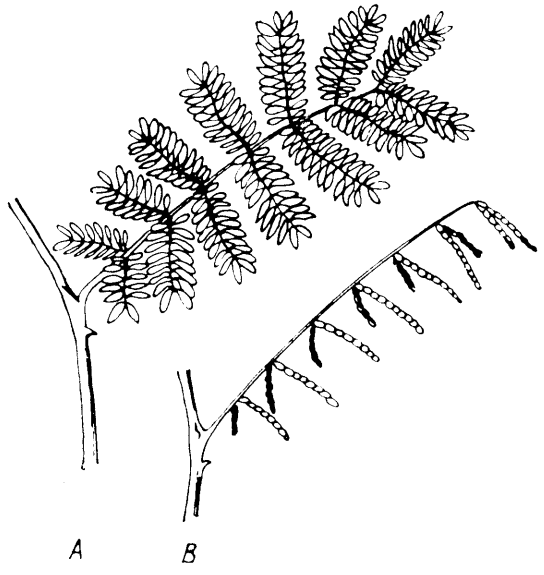


Fig. 160. — *Acacia farnesiana*. *A*, Frunză în timpul zilei ; *B*, aceeași frunză în timpul nopții.

Albizzia lophantha (tribul 23). — Noaptea, foliolele vin în contact una cu alta și sînt îndreptate înspre vîrful foliolei penate. Foliolele penate se apropie între ele și rămîn în același plan ca în timpul zilei ; și în această privință ele se deosebesc mult de cele de *Schrankia* și *Acacia* de mai sus. Pețiolul principal se ridică numai puțin. Prima frunză formată deasupra cotiledoanelor avea cîte 11 foliole de fiecare parte și acestea dormeau ca și cele de pe frunzele

formate ulterior ; însă peţiolul acestei prime frunze era curbat în jos în timpul zilei, iar noaptea se îndrepta aşa încît coarda arcului său stătea atunci cu 16° mai sus decît în timpul zilei.

Melaleuca ericaefolia (*Myrtaceae*). — După Bouché („Bot. Zeitung", 1874, p. 359), frunzele dorm noaptea în aproape acelaşi mod ca şi cele ale anumitor specii de *Pimelia*.

Oenothera mollissima (*Onagrarieae*). După Linné (*Somnus Plantarum*), noaptea frunzele se ridică vertical în sus.

Passiflora gracilis (*Passifloraceae*). — Frunzele tinere dorm, limburile lor atîrnînd vertical în jos, iar întreaga lungime a peţiolului se curbează puţin în jos. În exterior nu se poate vedea nici o urmă de pulvină. La ora 10,45 peţiolul frunzei celei mai de sus de pe un lăstar tînăr stătea cu 33° deasupra orizontalei, iar la ora 22,30, cînd limbul atîrna vertical, stătea cu numai 15°, aşa încît peţiolul se aplecase cu 18°. Cel al frunzei următoare mai bătrîne nu s-a aplecat decît cu 7°. Dintr-o cauză necunoscută, frunzele nu dorm întotdeauna în mod corespunzător. Tulpina unei plante care stătuse cîtva timp în faţa unei ferestre spre nord-est a fost fixată de un beţişor la baza unei frunze tinere al cărei limb era înclinat cu 40° sub orizontală. Din cauza poziţiei ei, frunza a trebuit privită oblic ; în consecinţă, mişcările vertical ascendente şi descendente păreau oblice atunci cînd au fost înregistrate. În prima zi (12 octombrie), frunza s-a aplecat, pînă seara tîrziu descriind o linie în zigzag ; şi pînă la ora 8,15 în ziua de 13 ea se ridicase aproape pînă la acelaşi nivel ca şi în dimineaţa precedentă. Un nou desen a fost început acum (fig. 161). Frunza a continuat să se ridice pînă la ora 8,50, apoi s-a mişcat puţin la dreapta şi ulterior s-a aplecat. Între orele 11 şi 17 ea a circumnutat, şi după această ultimă oră a început marea aplecare nocturnă. La ora 19,15 ea atîrna vertical. În figură, linia punctată ar fi trebuit prelungită mult mai jos. La ora 6,50 în dimineaţa următoare (în ziua de 14) frunza se ridicase considerabil şi a continuat să se ridice pînă la ora 7,50, după care s-a aplecat din nou. Ar trebui observat că liniile înregistrate în această a doua dimineaţă ar fi coincis şi ar fi fost confundate cu cele

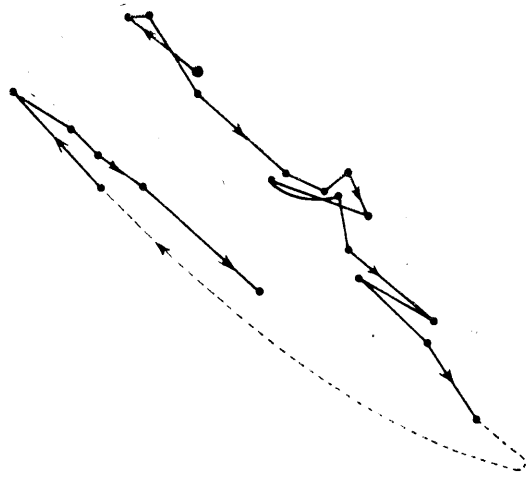


Fig. 161. — *Passiflora gracilis*. Circumnutaţia şi mişcarea nictitropă a frunzei înregistrate pe o placă verticală de sticlă de la 13 octombrie, ora 8,20, pînă la 14 octombrie, ora 10 ; figura redusă la două treimi din scara iniţială.

înregistrate anterior, dacă ghiveciul nu ar fi fost tras foarte puţin spre stînga. În seara zilei de 14 s-a făcut un semn în dosul firului de sticlă fixat de vîrful frunzei şi mişcarea i-a fost înregistrată cu grijă între orele 17 şi 22,15. Între orele 17 şi 19,15 frunza s-a aplecat în linie dreaptă şi la această din urmă oră părea să atîrne vertical. Între orele 19,15 şi 22,15 însă, linia consta dintr-o succesiune de trepte a căror cauză nu am putut-o înţelege ; era totuşi evident că mişcarea nu mai era o simplă mişcare descendentă.

Siegesbeckia orientalis (*Compositae*). — Cîteva plantule au fost obţinute în mijlocul iernii şi ţinute în seră caldă ; ele au înflorit, însă nu au crescut bine, iar frunzele lor nu au prezentat vreodată vreun semn de somn. Frunzele de pe alte plantule obţinute în luna mai erau orizontale la prînz (la 22 iunie) şi la ora 22 ele atîrnau formînd un unghi mare sub orizontală. În cazul a patru frunze relativ tinere, lungi între 5 şi 6,25 cm, s-a constatat că aceste unghiuri erau de 50, 56, 60 şi 65°. La sfîrşitul lunii august, cînd plantele crescuseră pînă la o înălţime de 25—27,5 cm, frunzele mai tinere se curbaseră noaptea atît de mult în jos, încît s-ar fi putut spune pe bună dreptate că dorm. Aceasta este una din speciile care, pentru a dormi, trebuie bine luminate în timpul zilei, deoarece în două cazuri, cînd

plantele au fost ţinute toată ziua într-o cameră cu ferestre spre nord-est, frunzele nu au dormit noaptea. Aceeaşi cauză explică probabil de ce frunzele de pe plantulele noastre, obţinute în toiul iernii, nu dorm. Prof. Pfeffer ne informează că frunzele unei alte specii (*S. jorullensis*?) atîrnă noaptea vertical în jos.

Ipomoea coerulea şi *purpurea* (*Convolvulaceae*). — Frunzele de pe plante foarte tinere, înalte de 30 sau 60 cm, se apleacă noaptea între 68 şi 80° sub orizontală, iar unele atîrnă complet vertical în jos. În dimineaţa următoare ele s-au ridicat iarăşi în poziţie orizontală. Noaptea peţiolurile s-au curbat în jos, fie pe toată lungimea lor, fie numai în partea lor superioară; ceea ce pare să determine aplecarea limbului. Pare necesar ca, pentru a dormi, frunzele să fie bine luminate în timpul zilei, întrucît cele care erau în dosul unei plante în faţa unei ferestre spre nord-est nu au dormit.

Nicotiana tabacum (var. virginiană) şi *glauca* (*Solaneae*). Frunzele tinere ale ambelor acestor specii dorm curbîndu-se vertical în sus. Figurile a doi lăstari de *N. glauca*, treji şi adormiţi (fig. 162) sînt date alăturat; unul dintre lăstarii la care s-au luat fotografiile s-a aplecat ocazional într-o parte.

Fig. 162. — *Nicotiana glauca*. Lăstari cu frunze desfăcute în timpul zilei şi dormind noaptea; figuri copiate după fotografii şi reduse.

La baza peţiolului de *N. tabacum*, în exterior, există o masă de celule care sînt puţin mai mici decît într-altă parte şi au axele lor mai lungi diferit îndreptate dinspre celulele parenchimatice şi de aceea ele pot fi considerate ca formînd un fel de pulvină. O plantă tînără de *N. tabacum* a fost aleasă şi circumnutaţia celei de-a cincea frunză de deasupra cotiledoanelor a fost observată timp de trei zile. În prima dimineaţă (10 iulie) frunza s-a aplecat de la ora 9 la 10, ceea ce este mersul său normal, însă s-a ridicat în tot restul zilei; ceea ce era probabil datorită faptului că era luminată exclusiv de sus; deoarece de fapt ridicarea de seară nu a început decît la ora 15 sau 16. În figura 163, primul punct a fost făcut la ora 15 şi înregistrarea a fost continuată în următoarele 65 de ore. Atunci cînd frunza era îndreptată spre punctul următor deasupra celui care indica ora 15, ea stătea orizontal. Desenul este remarcabil numai prin simplitatea lui şi prin liniile sale drepte. În fiecare zi frunza a descris o singură elipsă mare, deoarece trebuie observat că liniile ascendente şi descendente nu coincid. În seara zilei de 11, frunza nu s-a aplecat chiar atît de jos ca de obicei şi acum a mers puţin în zigzag. Mişcarea diurnă de aplecare începuse deja în fiecare dimineaţă la ora 7. Liniile punctate din partea de sus a figurii, reprezentînd poziţia verticală nocturnă a frunzei, ar trebui prelungite mult în sus.

Mirabilis longiflora şi *jalapa* (*Nyctagineae*). — Prima pereche de frunze de deasupra cotiledoanelor produsă de plantule de aceste două specii erau foarte divergente în timpul zilei, iar noaptea stăteau vertical în sus în contact strîns între ele. Cele două frunze superioare de pe o plantulă mai bătrînă erau aproape orizontale în timpul zilei, iar noaptea stăteau vertical în sus, însă nu erau în contact strîns datorită rezistenţei oferită de mugurul central.

Polygonum aviculare (*Polygoneae*). — Profesorul Batalin ne informează că frunzele tinere se ridică noaptea vertical în sus. După Linné, acelaşi lucru are loc la mai multe specii de *Amaranthus* (*Amaranthaceae*), iar noi am observat o mişcare de somn de acest fel la un reprezentant al acestui gen. De asemenea la *Chenopodium album* (*Chenopodieae*), frunzele tinere superioare ale unor plantule înalte de circa 10 cm erau orizontale sau suborizontale în timpul zilei, iar la ora 22 la 7 martie ele erau complet sau aproape complet verticale. Alte plantule, obţinute în seră în timpul iernii (28 ianuarie), au fost observate ziua şi

noaptea și nu s-a putut constata nici o deosebire în poziția frunzelor lor. După Bouché („Bot. Zeitung", 1874, p. 359), frunzele de *Pimelia linoides* și *spectabilis* (*Thymeleae*) dorm noaptea.

Euphorbia jacquiniaeflora (*Euphorbiaceae*). — D. Lynch ne-a atras atenția asupra faptului că frunzele tinere ale acestei plante dorm noaptea atîrnînd vertical. A treia frunză de la vîrf (11 martie) se aplecase în timpul zilei cu 30° sub orizontală, iar noaptea atîrna vertical în jos, după cum făceau și unele frunze mai tinere. În dimineața următoare ea s-a

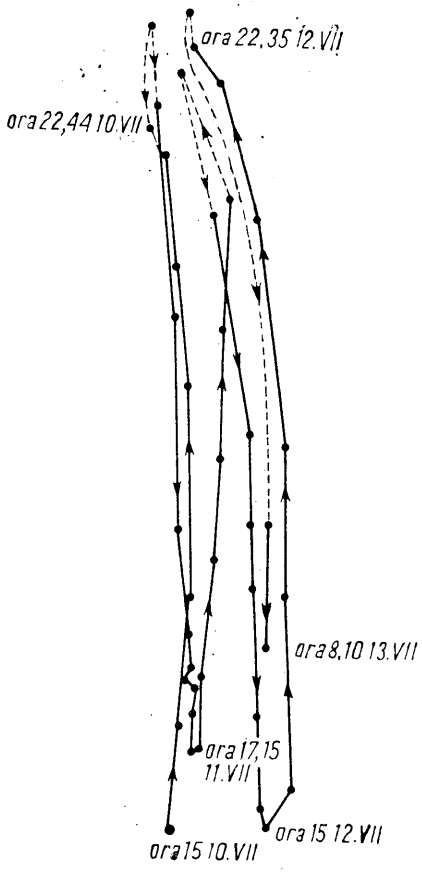


Fig. 163. — *Nicotiana tabacum*. Circumnutația și mișcarea nictitropă a frunzei (lungă de 12,5 cm), înregistrate pe o placă verticală de sticlă de la 10 iulie, ora 15, pînă în ziua de 13, ora 8,10; vîrful frunzei la 10 cm de placa de sticlă; temperatura de 17,5—18,5°C; figura redusă la jumătate din scara inițială.

ridicat la nivelul ei anterior. A patra și a cincea frunză de la vîrf stăteau orizontal în timpul zilei, iar noaptea nu se aplecau decît cu 38°. Frunza a șasea nu și-a modificat poziția în mod sensibil. Mișcarea de aplecare este datorată curburii în jos a pețiolului, din care nici o parte nu prezintă vreo structură ca cea a unei pulvine. De timpuriu în dimineața zilei de 7 iunie un fir de sticlă a fost fixat longitudinal de o frunză tînără (a treia de la vîrf și lungă de 6,562 cm) și mișcările i-au fost înregistrate timp de 72 de ore pe o placă verticală de sticlă, planta fiind luminată de sus printr-un luminator de tavan. În fiecare zi frunza s-a aplecat într-o linie aproape dreaptă de la ora 7 la 17, după care oră era atît de mult aplecată în jos încît mișcarea nu mai putea fi înregistrată; și în ultima parte a fiecărei nopți s-au dis-de-dimineață frunza se ridica. Astfel că circumnuta în mod foarte simplu, descriind o simplă elipsă mare de fiecare 24 de ore, deoarece liniile ascendente și descendente nu coincideau. În fiecare dimineață consecutivă ea stătea mai puțin sus decît în cea precedentă, ceea ce se datora probabil, parțial, vîrstei crescînde a frunzei și parțial faptului că luminatul era insuficient; deoarece cu toate că frunzele sînt foarte puțin heliotrope, totuși din observațiile d-lui Lynch și ale noastre reiese că înclinarea lor din timpul zilei este determinată de intensitatea luminii. A treia zi, cînd mișcarea descendentă diminuase considerabil, linia înregistrată era evident mult mai în zigzag decît în oricare zi anterioară și se părea că astfel capacitatea ei de mișcare era cheltuită. La ora 22 în ziua de 7 iunie, cînd frunza atîrna vertical, mișcările ei au fost observate punîndu-se un semn

în dosul ei şi s-a văzut cum capătul firului de sticlă fixat oscila încet şi puţin dintr-o parte într-alta, precum şi în sus şi în jos.

Phyllanthus niruri (*Euphorbiaceae*). — După cum le descrie Pfeffer [20], foliolele acestei plante dorm într-un mod remarcabil, după cum se pare ca şi cele de *Cassia*, deoarece noaptea ele se apleacă în jos şi se răsucesc în jur, aşa încît suprafeţele inferioare sînt întoarse în afară. Ele sînt prevăzute, după cum ar fi fost de aşteptat din felul complicat al mişcării, cu o pulvină.

GIMNOSPERME

Pinus nordmanniana (*Coniferae*). — D. Chatin afirmă [21] că frunzele care în timpul zilei sînt orizontale, se ridică noaptea, aşa încît să ia o poziţie aproape perpendiculară faţă de ramura din care au ieşit; presupunem că aici el se referă la o ramură orizontală. El adaugă: „En même temps, ce mouvement d'érection est accompagné d'un mouvement de torsion imprimé à la partie basilaire de la feuille, et pouvant souvent parcourir un arc de 90 degrés." *** Deoarece suprafeţele inferioare ale frunzelor sînt albe, pe cînd cele superioare sînt verzi, arborele prezintă un aspect cu totul diferit ziua şi noaptea. Frunzele de pe un arbore mic dintr-un ghiveci nu au prezentat la noi nici o mişcare nictitropă. Într-un capitol anterior am văzut că frunzele de *Pinus pinaster* şi *austriaca* circumnutează încontinuu.

MONOCOTILEDONATE

Thalia dealbata (*Cannaceae*). — Frunzele acestei plante dorm întorcîndu-se vertical în sus; ele sînt prevăzute cu o pulvină bine dezvoltată. Acesta este singurul caz cunoscut de noi în care o frunză foarte mare doarme. Limbul unei frunze tinere care nu era lung decît de 33—125 cm şi lat de 16,25 cm forma la amiază un unghi de 121° cu peţiolul ei înalt, iar noaptea stătea vertical în linie cu el şi astfel se ridica cu 59°. Distanţa reală parcursă de vîrful (măsurată după un desen ortogonal) unei alte frunze mari, între orele 7,30 şi 22, a fost de 26,25 cm. Circumnutaţia a două frunze tinere şi ramificate, apărînd printre frunzele mai înalte de la baza plantei, a fost înregistrată timp de două zile pe o placă verticală de sticlă. În prima zi, vîrful uneia dintre frunze şi a doua zi vîrful alteia au descris între orele 6,40 şi 16 două elipse, ale căror axe mai lungi se întindeau în direcţii foarte diferite de liniile reprezentînd marea mişcare de aplecare diurnă şi ridicare nocturnă.

Maranta arundinacea (*Cannaceae*). — Limbul frunzelor prevăzute cu o pulvină stau orizontal în timpul zilei sau cu 10 ori 20° deasupra orizontalei, iar noaptea vertical în sus. Noaptea el se ridica deci între 70 şi 90°. La amiază planta a fost pusă la întuneric în sera caldă şi mişcările frunzelor au fost înregistrate în ziua următoare. Ele s-au ridicat între orele 8,40 şi 10,30 şi apoi s-au aplecat considerabil pînă la ora 13,37. La ora 15 ele se ridicaseră însă iarăşi puţin şi au continuat să se ridice în restul după-amiezii şi în cursul nopţii; în dimineaţa următoare ele stăteau la acelaşi nivel ca în ziua anterioară. De aceea întunericul în cursul unei zile şi jumătate nu a stînjenit periodicitatea mişcărilor lor. Într-o seară caldă, însă furtunoasă, plantei i s-au scuturat violent frunzele pe cînd era adusă în casă şi noaptea nici una dintre frunze nu a dormit. În dimineaţa următoare planta a fost dusă înapoi în seră şi noaptea frunzele iarăşi nu au dormit; însă în noaptea următoare ele s-au ridicat ca de obicei cu 70—80°. Acest fapt este analog cu ce am văzut la plantele cătărătoare, şi anume că o puternică agitaţie opreşte pentru un timp capacitatea lor de circumnutaţie; însă în acest caz efectul a fost mult mai puternic pronunţat şi mai prelungit.

Colocasia antiquorum (*Caladium esculentum* Hort.) (*Aroideae*). — Frunzele acestei plante dorm cu limburile aplecîndu-se seara, aşa încît să stea foarte mult înclinate sau chiar vertical, cu vîrful lor îndreptat spre sol. Ele nu sînt prevăzute cu pulvină. Limbul uneia stătea la amiază cu 1° sub orizontală, la ora 16,20 cu 20°, la ora 18 cu 43°, la ora 19,20 cu 69°

[20] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, p. 159.

[21] „Comptes Rendus", ianuarie 1876, p. 171.

*** „În acelaşi timp, această mişcare de ridicare este însoţită de o mişcare de torsiune imprimată la partea bazală a frunzei, mişcare care poate [descrie] adeseori un arc de 90° (*N. trad.*).

și la ora 20,30 cu 68°; așa încît acum el începuse să se ridice; la ora 22,15 el stătea la 65°, iar în dimineața următoare la 11° sub orizontală. Circumnutația unei alte frunze tinere (cu pețiolul lung de numai 8,125 cm și limbul de 10 cm) a fost înregistrată timp de 48 de ore pe o placă verticală de sticlă; ea era slab luminată printr-un luminator de tavan, ceea ce părea să tulbure periodicitatea normală a mișcărilor sale. Totuși, frunza s-a aplecat mult, în ambele după-amiezi, pînă la ora 19,10 sau pînă la ora 21, cînd s-a ridicat puțin și s-a mișcat lateral. La o oră timpurie în ambele dimineți ea își luase poziția sa diurnă. Mișcarea laterală bine pronunțată în scurt timp în prima parte a nopții era singurul fapt interesant pe care l-a prezentat, deoarece ea a făcut ca liniile ascendente și descendente să nu coincidă, în conformitate cu regula generală la organele circumnutante. Mișcările frunzelor acestei plante sînt astfel dintre cele mai simple și desenul lor nu merită să fie redat. Am văzut că la un alt gen de *Aroidae*, anume *Pistia*, frunzele se ridică atît de mult noaptea încît se poate spune că dorm.

Strephium floribundum [22] (*Gramineae*). — Frunzele ovale sînt prevăzute cu o pulvină și în timpul zilei se întind orizontal sau se apleacă puțin sub orizontală. Frunzele de pe tulpinile care stau drepte noaptea se ridică numai vertical în sus, așa încît vîrfurile le sînt îndreptate înspre zenit (fig. 164). Frunzele întinse orizontal și provenind din tulpini foarte

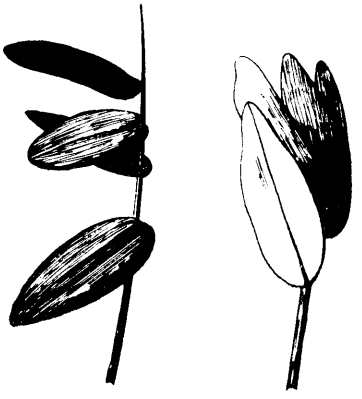


Fig. 164. — *Strephium floribundum*. Tulpina cu frunze în timpul zilei și cînd dorm noaptea; figurile sînt reduse.

înclinate sau aproape orizontale noaptea se mișcă astfel încît vîrful lor este îndreptat înspre vîrful tulpinii, cu o margine laterală îndreptată spre zenit; și pentru a lua această poziție frunzele trebuie să se răsucească pe propriile lor axe cu un unghi de aproape 90°. Astfel că suprafața limbului stă întotdeauna vertical, oricare ar fi poziția nervurii mediane sau a frunzei în totalitatea ei.

Circumnutația unei frunze tinere (lungă de 5,25 cm) a fost înregistrată timp de 48 de ore (fig. 165). Mișcarea a fost remarcabil de simplă; frunza s-a aplecat înainte de ora 6,40 pînă la ora 14 sau 14,50 și apoi s-a ridicat astfel încît la ora 18 să stea vertical, apoi aplecîndu-se iarăși noaptea tîrziu sau dis-de-dimineață. A doua zi linia descendentă a mers ușor în zigzag. Ca de obicei, liniile ascendente și descendente nu au coincis. Într-un alt caz, cînd temperatura era puțin mai ridicată, și anume 24—26,50°C o frunză a fost observată de 17 ori între orele 8,50 și 12,16; ea și-a schimbat mersul de șase ori chiar în unghi drept în acest interval de 3 ore și 26 min, și a descris două triunghiuri neregulate și jumătate. Astfel, în acest caz frunza a circumnutat rapid și în mod complicat.

ACOTILEDONATE ****

Marsilea quadrifolia (*Marsileaceae*). — În *A* (fig. 166) se arată forma unei frunze întinsă orizontal în timpul zilei. Fiecare foliolă este prevăzută cu o pulvină bine dezvoltată. Atunci cînd frunzele dorm, cele două foliole terminale se ridică în sus, se răsucesc pe jumă-

[22] A. Brongniart a observat pentru prima oară că frunzele acestei plante și cele de *Marsilea* dorm; vezi „Bull. de la Soc. Bot. de France", 1860, vol. VII, p. 470.

**** Plante cu spori (*N. trad.*).

fate în jur și vin în contact una cu alta (*B*), iar ulterior sînt cuprinse de cele două foliole inferioare (*C*); așa încît cele patru foliole cu suprafețele lor inferioare întoarse spre exterior formează un pachet vertical. Curbura vîrfului peţiolului frunzei arătată dormind este numai accidentală. Planta a fost adusă într-o cameră unde temperatura depășea puţin 15,6°C și

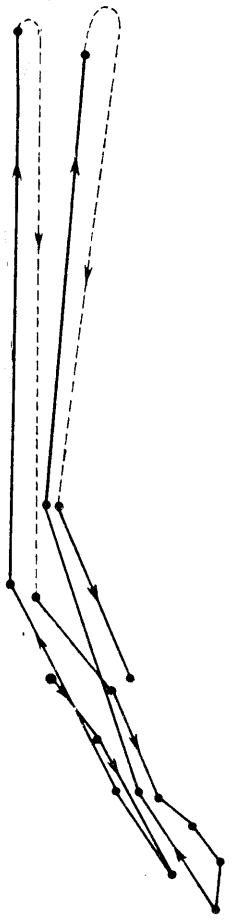


Fig. 165. — *Strephium floribundum*. Circumnutația și mișcarea nictitropă ale unei frunze, înregistrate de la 26 iunie, ora 9, pînă la 27 iunie, ora 8,35, firul de sticlă fiind fixat de-a lungul nervurii mediane; vîrful frunzei la 21,25 cm de placa verticală de sticlă; planta luminată de sus; temperatura de 23,5—24,5 C.

mișcarea uneia dintre foliole (peţiolul fiind fixat) a fost înregistrată în decurs de 24 de ore (fig. 167). Frunza s-a aplecat de dis-de-dimineaţă pînă la ora 13,50 și apoi s-a ridicat pînă la ora 18 atunci cînd dormea. Un fir subţire de sticlă atîrnînd vertical a fost fixat acum

Fig. 166. — *Marsilea quadrifoliata*. *A*, Frunză în timpul zilei, văzută de sus; *B*, frunză începînd să doarmă, văzută lateral; *C*, aceeași dormind; figurile reduse la jumătate din scara inițială.

de una din foliolele terminale și interioare; o parte din desenul din figura 167, după ora 18, arată că ea a continuat să se aplece, descriind un zigzag pînă la ora 22,40. În dimineaţa următoare la ora 6,45 frunza se deștepta și firul de sticlă era îndreptat deasupra plăcii verticale de sticlă, însă la ora 8,25 ea ocupa poziţia arătată în figură. Desenul se deosebește considerabil ca aspect de majoritatea celor date anterior; și aceasta se datorește faptului că foliola se răsucește și se mișcă lateral pe măsură ce se apropie de perechea sa și vine în

contact cu ea. Mișcarea unei alte foliole, cînd doarme, a fost înregistrată între orele 18 și 22,35 și ea a circumnutat evident, deoarece a continuat să se aplece timp de două ore, apoi s-a ridicat și în urmă s-a aplecat și mai jos de cum era la ora 18. Se poate vedea în figura precedentă (167) că foliola, atunci cînd planta a fost supusă unei temperaturi relativ

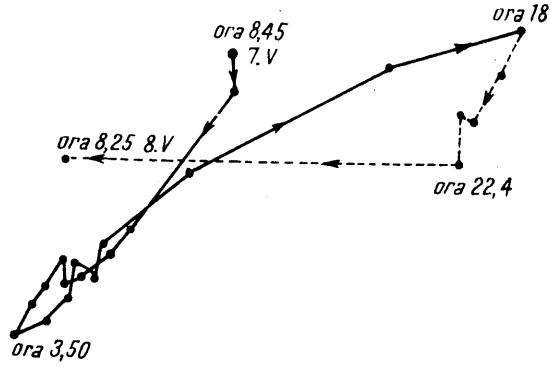


Fig. 167. — *Marsilea quadrifolia.* Circumnutația și mișcarea nictitropă ale foliolei, înregistrate pe o placă verticală de sticlă timp de aproape 24 de ore; figura redusă la două treimi din scara inițială; planta ținută la o temperatură puțin prea joasă.

redusă în casă, s-a aplecat și s-a ridicat în timpul mijlocului zilei într-o linie întrucîtva în zigzag; însă atunci cînd a fost ținută în seră între orele 9 și 15, la o temperatură înaltă însă variabilă (anume între 22,2 și 28,3°C), o foliolă (cu peţiolul fixat) circumnuta rapid, deoarece în decurs de 6 ore ea a făcut trei elipse verticale mari. După Brongniart, *Marsilea pubescens* doarme ca și specia de față. Aceste plante sînt singurele criptogame cunoscute că dorm.

Rezumat și observații finale asupra mișcărilor nictitrope sau de somn ale frunzelor. — Dintre cei care au observat cît de complicate sînt uneori aceste mișcări, foarte puțini vor contesta că ele sînt într-un fel oarecare de mare importanță pentru plantele care le manifestă. Astfel, la *Cassia*, foliolele care sînt orizontale în timpul zilei nu numai că se apleacă vertical în jos noaptea, cu perechea terminală îndreptată mult înapoi, ci de asemenea se rotesc în jurul propriei lor axe, așa încît suprafețele lor inferioare sînt întoarse în afară. Foliola terminală de *Melilotus* de asemenea se rotește, mișcare prin care una din muchiile laterale este îndreptată în sus și în același timp se mișcă fie la dreapta fie la stînga, pînă ce suprafața superioară vine în contact cu cea a foliolei laterale de pe aceeași parte, care s-a rotit și ea în jurul propriei sale axe. La *Arachis* toate cele patru foliole formează împreună, în timpul nopții, un singur pachet vertical; și pentru a realiza aceasta, pe lîngă răsucirea în jurul propriilor lor axe, cele două foliole anterioare trebuie să se miște în sus, iar cele două posterioare înainte. La genul *Sida* frunzele unor specii se mișcă noaptea într-un unghi de 90° în sus, iar ale altora în același unghi în jos. Am văzut o deosebire asemănătoare la mișcările nictitrope ale cotiledoanelor la genul *Oxalis*. La *Lupinus*, de asemenea, foliolele se mișcă fie în sus fie în jos, iar la unele specii, de exemplu la *L. luteus*, cele de pe o latură a frunzei în formă de stea se mișcă în sus, iar cele de pe latura opusă în jos; cele intermediare se rotesc în jurul propriei lor axe; și prin aceste diferite mișcări frunza întreagă formează noaptea o stea verticală în loc de una orizontală, ca în timpul zilei. Pe lîngă că se mișcă în sus sau în jos, unele frunze se împăturesc mai mult sau mai puțin noaptea, ca la *Bauhinia* și la unele specii de *Oxalis*. De fapt pozițiile ocupate de frunze cînd dorm sînt aproape infinit de variate; ele pot fi îndreptate fie vertical în sus, fie vertical în jos sau, în cazul foliolelor înspre vîrful sau baza frunzei, în orice poziție intermediară. Adesea ele se rotesc chiar cu cel

puțin 90° în jurul propriei lor axe. Frunzele care provin din ramuri verticale sau orizontale, ori cele de pe aceeași plantă care sînt foarte înclinate se mișcă în cîteva cazuri în mod diferit, ca la *Porlieria* și *Strephium*. Întregul aspect al multor plante este uimitor de schimbat noaptea, după cum se poate vedea la *Oxalis* și chiar mai mult la *Mimosa*. O tufă de *Acacia farnesiana* pare ca și cînd ar fi acoperită noaptea cu mici bucățele de sfoară care se leagănă, în loc de frunze. Excluzînd cîteva genuri pe care nu le-am văzut, despre care sîntem în dubiu și excluzînd alte cîteva ale căror foliole se rotesc noaptea și care nu se apleacă sau se ridică mult, există 37 de genuri la care frunzele sau foliolele se ridică, adesea mișcîndu-se în același timp înspre vîrful sau înspre baza frunzei și 32 de genuri la care ele se apleacă noaptea.

Mișcările nictitrope ale frunzelor, foliolelor și ale pețiolurilor sînt efectuate în două feluri diferite ; mai întîi prin creștere alternativ sporită a părților lor opuse, precedată de o turgescență sporită a celulelor ; și în al doilea rînd, cu ajutorul unei pulvine sau al unui agregat de celule mici, în general lipsite de clorofilă, care devin alternativ mai umflate pe părțile aproape opuse ; și această turgescență nu este urmată de creștere decît numai în cursul vîrstei timpurii a plantei. Pulvina pare să fie formată (după cum s-a arătat anterior) dintr-un grup de celule care se opresc din creștere la o vîrstă foarte timpurie și de aceea nu se deosebesc de fapt de țesuturile învecinate. Cotiledoanele unor specii de *Trifolium* sînt prevăzute cu o pulvină, iar altele sînt lipsite de ea, după cum este la frunzele din genul *Sida*. Vedem, de asemenea, chiar la același gen gradații în starea de dezvoltare a pulvinei ; iar la *Nicotiana* avem ceea ce se poate considera probabil ca începutul dezvoltării unei pulvine. Natura mișcării este foarte asemănătoare dacă pulvina este absentă sau prezentă, după cum este evident în multe din diagramele prezentate în acest capitol. Merită atenție faptul că atunci cînd pulvina este prezentă, aproape niciodată liniile ascendente și descendente nu coincid, așa încît elipsele sînt de obicei descrise de frunzele prevăzute cu pulvine cînd sînt tinere sau atît de bătrîne încît au încetat complet să crească. Faptul că sînt descrise elipse arată că turgescența sporită alternativ a celulelor nu are loc pe părțile exact opuse ale pulvinei, după cum nu are loc pe părțile exact opuse nici creșterea sporită care determină mișcările frunzelor neprevăzute cu pulvine. Atunci cînd o pulvină este prezentă, mișcările nictitrope sînt continuate un timp mult mai îndelungat decît atunci cînd ea nu există. Acest fapt a fost amplu dovedit în cazul cotiledoanelor și Pfeffer a făcut observații în același sens în legătură cu frunza. Am văzut că o frunză de *Mimosa pudica* a continuat să se miște în modul obișnuit, deși în mod puțin mai simplu, pînă ce s-a veștejit și a pierit. Se poate adăuga că foliole de *Trifolium pratense* au fost fixate cu ace în stare deschisă timp de 10 zile și în prima seară, după ce au fost eliberate, ele s-au ridicat și au dormit în modul obișnuit. Pe lîngă durata lungă a mișcărilor, cînd sînt efectuate cu ajutorul unei pulvine (și aceasta pare să fie cauza dezvoltării ei), o mișcare de răsucire noaptea este, după cum a observat Pfeffer, limitată aproape numai la frunzele prevăzute cu o pulvină.

O regulă generală este că prima frunză adevărată, cu toate că se poate deosebi puțin prin formă de frunzele de pe planta matură, ea doarme ca și ele ; și aceasta se întîmplă cu totul independent de faptul dacă însăși cotiledoanele dorm sau nu sau dacă ele dorm în același mod. Însă la *Phaseolus roxburghii* primele frunze unifoliate se ridică noaptea aproape suficient pentru a se putea spune că dorm, în vreme ce foliolele frunzelor trifoliate secundare se apleacă noaptea

vertical. Frunzele de pe plantele tinere de *Sida rhombaefolia*, înalte de numai 10 cm, nu dorm, cu toate că pe plante puțin mai bătrîne ele se ridică noaptea vertical în sus. Pe de altă parte, frunzele de pe plante foarte tinere de *Cytisus fragrans* dormeau în mod evident, pe cînd pe tufe bătrîne și viguroase ținute în seră frunzele nu au prezentat nici o mișcare nictitropă clară. La genul *Lotus* foliolele bazale în formă de stipule se ridică noaptea vertical în sus și sînt prevăzute cu pulvine.

După cum s-a mai remarcat atunci cînd frunzele sau foliolele noaptea își schimbă mult poziția lor prin mișcări complicate, nu poate exista îndoială că mișcările nictitrope trebuie să fie, într-un fel oarecare, de folos plantei. Dacă este așa, atunci trebuie să extindem aceeași concluzie la un mare număr de plante care dorm, deoarece cele mai complicate și cele mai simple mișcări nictitrope sînt legate între ele prin gradațiile cele mai fine. Datorită însă cauzelor specificate la începutul acestui capitol, în unele cazuri este imposibil de determinat dacă anumite mișcări trebuie să fie numite sau nu nictitrope. În general, poziția pe care frunzele o ocupă noaptea indică suficient de clar că avantajul astfel obținut este protecția suprafețelor lor superioare împotriva radierii sub cerul liber, și în multe cazuri protecția reciprocă a tuturor părților frunzei împotriva frigului prin faptul că ele sînt strîns apropiate. Trebuie reamintit că în capitolul anterior s-a dovedit că frunzele obligate să rămînă noaptea întinse orizontal au suferit mult mai mult din cauza radierii decît cele care au fost lăsate să-și reia poziția lor normală verticală.

Faptul că frunzele mai multor plante nu dorm, decît numai dacă au fost bine luminate în timpul zilei, ne-a făcut să ne îndoim cîtva timp dacă protecția suprafețelor lor superioare în contra radierii era în toate cazurile cauza principală a mișcărilor nictitrope bine pronunțate. Nu avem nici un motiv să presupunem că luminatul sub cerul liber, chiar pe cea mai înnorată zi, este insuficient pentru acest scop; și trebuie să avem în vedere că frunzele umbrite, prin faptul că sînt așezate foarte jos pe plantă și uneori nu dorm, sînt de asemenea apărate noaptea în contra radierii. Nu vrem totuși să negăm că pot exista cazuri în care frunzele își schimbă mult, poziția noaptea, fără să obțină vreun folos din asemenea mișcări.

Cu toate că aproape întotdeauna la plantele care dorm limbul ia noaptea o poziție verticală sau aproape verticală, este absolut indiferent dacă vîrful sau baza, ori una din marginile laterale este îndreptată spre zenit. O regulă foarte generală este că ori de cîte ori există vreo diferență în gradul de expunere la radiere între suprafețele superioare și inferioare ale frunzelor și foliolelor, cea superioară este cea mai puțin expusă, după cum se poate vedea la *Lotus*, *Cytisus*, *Trifolium* și la alte genuri. La mai multe specii de *Lupinus*, noaptea foliolele nu se așază și, din cauza structurii lor, nu se pot așeza vertical și în consecință suprafețele lor superioare, cu toate că sînt foarte înclinate, sînt mai expuse decît cele inferioare; și aci avem o excepție la regula noastră. La alte specii ale acestui gen însă, foliolele reușesc să se așeze vertical; aceasta se face însă printr-o mișcare foarte neobișnuită, foliolele de pe părțile opuse ale aceleiași frunze mișcîndu-se în direcții opuse.

Este de asemenea o regulă foarte comună că atunci cînd foliolele vin în contact strîns între ele, ele o fac prin suprafețele lor superioare, care în acest fel sînt cel mai bine apărate. În unele cazuri aceasta poate fi rezultatul direct al faptului că ele se ridică vertical; este însă evident pentru protecția suprafețelor lor superioare că foliolele de *Cassia* se rotesc într-un mod minunat atunci cînd se

apleacă în jos și că foliola de *Melilotus* se rotește și se mișcă într-o parte pînă ce întîlnește foliola laterală de pe aceeași parte. Atunci cînd frunzele sau foliolele opuse se apleacă vertical în jos fără vreo răsucire, suprafețele lor inferioare se apropie una de alta și uneori vin în contact; însă acesta este rezultatul direct și inevitabil al poziției lor. La multe specii de *Oxalis* suprafețele inferioare ale foliolelor învecinate sînt strînse laolaltă și sînt astfel mai bine apărate decît suprafețele superioare; aceasta depinde însă numai de faptul că fiecare foliolă se împăturește încît noaptea să se poată apleca vertical în jos. Torsiunea sau rotirea frunzelor și foliolelor, care are loc în atît de multe cazuri, pare să servească întotdeauna pentru a aduce suprafețele lor superioare în strînsă apropiere între ele sau cu alte părți ale plantei, pentru protecția lor reciprocă. Vedem aceasta cel mai bine la *Arachis*, *Mimosa albida* și *Marsilea*, la care noaptea toate foliolele formează împreună un singur pachet vertical. Dacă la *Mimosa pudica* foliolele opuse s-ar fi mișcat numai în sus, suprafețele lor superioare ar fi venit în contact și ar fi fost bine apărate; însă așa cum este, ele se mișcă consecutiv înspre vîrful frunzei; și astfel nu numai suprafețele superioare sînt apărate, ci și perechile consecutive se imbrică și se apără una pe alta, precum și pețiolurile. Această imbricare a foliolelor plantelor care dorm este un fenomen obișnuit.

Mișcarea nictitropă a limbului se produce în general prin curbura părții celei mai de sus a pețiolului, care adesea a fost transformată într-o pulvină; sau, atunci cînd este scurt, întregul pețiol poate fi astfel modificat. Însă limbul însuși uneori se curbează sau se mișcă, fapt pentru care *Bauhinia* oferă un exemplu izbitor, deoarece cele două jumătăți se ridică noaptea și vin în contact strîns. Or, atît limbul, cît și partea superioară a pețiolului se pot mișca ambele. De altfel, de obicei, întreg pețiolul fie că se ridică, fie că se apleacă în timpul nopții. Uneori această mișcare este amplă; astfel, pețiolurile de *Cassia pubescens* stau numai întrucîtva deasupra orizontalei în timpul zilei, iar noaptea se ridică aproape sau complet vertical. Pețiolurile frunzelor mai tinere de *Desmodium gyrans* de asemenea se ridică noaptea drept în sus. Pe de altă parte, la *Amphicarpaea* pețiolurile unor frunze s-au aplecat noaptea chiar cu 57°; la *Arachis* ele s-au aplecat cu 39° și stăteau apoi în unghi drept față de tulpină. În general, atunci cînd s-a măsurat ridicarea sau aplecarea mai multor pețioluri de pe aceeași plantă, ea s-a deosebit considerabil. Acest lucru este determinat în mare măsură de vîrsta frunzei; de exemplu, pețiolul unei frunze moderat de bătrîne de *Desmodium gyrans* s-a ridicat numai cu 46°, în vreme ce cele tinere s-au ridicat drept în sus; cel al unei frunze tinere de *Cassia floribunda* s-a ridicat cu 41°, pe cînd cel al unei frunze mai bătrîne nu s-a ridicat decît cu 12°. Un fapt mai neobișnuit este că uneori vîrsta plantei influențează mult amplitudinea mișcării; astfel, la unele plantule tinere ale unei *Bauhinia* pețiolurile s-au ridicat noaptea cu 30 și 34°, pe cînd cele de pe aceleași plante, atunci cînd crescuseră pînă la o înălțime de 60 sau 90 cm, aproape că nu s-au mișcat de loc. Poziția frunzelor pe plantă, față de lumină pare să influențeze de asemenea amplitudinea mișcării pețiolului, deoarece nici o altă cauză nu părea să existe care să determine pețiolurile unor frunze de *Melilotus officinalis* să se ridice noaptea cu 59°, iar altele cu numai 7 și 9°.

În cazul multor plante, pețiolurile se mișcă noaptea într-o direcție, iar foliolele într-una complet opusă. Astfel la trei genuri de *Phaseolae* foliolele se mișcau noaptea drept în jos, la două dintre ele pețiolurile se ridicau, iar la

un al treilea el s-a aplecat. Adesea specii din același gen se deosebesc considerabil prin mișcările pețiolurilor lor. Chiar la aceeași plantă de *Lupinus pubescens*, unele dintre pețioluri s-au ridicat noaptea cu 30°, altele cu numai 6°, iar altele s-au aplecat cu 4°. Foliolele de *Cassia barclayana* s-au mișcat noaptea atît de puțin, încît nu se putea spune că dormeau; totuși, pețiolurile unor frunze tinere s-au ridicat chiar cu 34°. Aceste diferite fapte par să indice că mișcările pețiolurilor nu sînt executate în vreun scop special; cu toate că o concluzie de acest fel este în general pripită. Atunci cînd foliolele se apleacă noaptea drept în jos, iar pețiolurile se ridică, după cum se întîmplă adesea, este sigur că mișcarea în sus a acestora din urmă nu ajută foliolele să se așeze noaptea în poziția lor potrivită, deoarece ele trebuie să se miște într-un unghi mai mare decît ar fi fost altfel necesar.

În pofida celor ce tocmai s-au spus, se poate bănui serios că în unele cazuri ridicarea pețiolurilor, atunci cînd este mare, este realmente utilă plantei, reducînd în mai mare măsură suprafața expusă noaptea la radiere. Dacă cititorul va compara cele două desene (fig. 155) de *Cassia pubescens*, copiate după fotografii, el va vedea că noaptea diametrul plantei este aproximativ o treime din cel din timpul zilei și de aceea suprafața expusă radierii este aproape de nouă ori mai mică. O concluzie similară poate fi dedusă din desenele (fig. 149) unei ramuri treze și dormind de *Desmodium gyrans*. La fel era în mod izbitor și cu plante tinere de *Bauhinia* și de *Oxalis ortegesii*.

Ajungem astfel la o concluzie analogă în privința mișcărilor pețiolurilor secundare ale anumitor frunze cu foliole. Foliolele de *Mimosa pudica* converg noaptea; și astfel foliolele penate, imbricate și închise de pe fiecare foliolă penată în parte sînt aduse toate strîns laolaltă într-un singur mănunchi și se apără reciproc, avînd o suprafață puțin mai mică expusă la radiere. La *Albizzia lophantha* foliolele penate se închid împreună în același fel. Cu toate că foliolele penate de *Acacia farnesiana* nu converg mult, ele se apleacă în jos. Cele de *Neptunia oleracea* se mișcă de asemenea în jos, precum și înapoi înspre baza frunzei, în timp ce pețiolul principal se ridică. La *Schrankia*, de asemenea, foliolele penate sînt aplecate noaptea. Or, în aceste ultime trei cazuri, cu toate că noaptea foliolele penate nu se apără reciproc una pe alta, totuși după ce s-au aplecat ca și frunza care doarme atîrnînd, ele expun spre zenit și radierii o suprafață mult mai mică decît dacă ar fi rămas orizontale.

Cine nu a observat niciodată în mod continuu o plantă care doarme, ar presupune în mod natural că frunzele se mișcă numai seara atunci cînd adorm și dimineața cînd se trezesc; el ar greși însă, deoarece nu am găsit nici o excepție la regula că frunzele care dorm continuă să se miște în decursul tuturor celor douăzeci și patru de ore; ele se mișcă însă mai repede cînd adorm și cînd se trezesc, decît în alte momente. Că nu stau pe loc în timpul zilei se vede din toate diagramele prezentate și din multe altele care au fost înregistrate. În mijlocul nopții mișcările frunzelor sînt greu de observat; aceasta s-a făcut totuși în cîteva cazuri; și în prima parte a nopții s-au făcut desene ale mișcărilor, la *Oxalis amphicarpaea*, la două specii de *Erythrina*, la o specie de *Cassia*, la *Passiflora*, *Euphorbia* și *Marsilea* și s-a constatat că, după ce au adormit, frunzele erau în continuă mișcare. Totuși, atunci cînd noaptea foliolele opuse vin în contact strîns una cu alta sau cu tulpina, ele sînt, după părerea noastră, împiedicate mecanic de a se mișca; însă acest fenomen nu a fost suficient cercetat.

Atunci cînd mișcările frunzelor care dorm sînt înregistrate timp de 24 de ore, liniile ascendente și descendente nu coincid decît numai întîmplător și pe o

mică distanță, așa că multe plante nu descriu decît o singură elipsă mare în decursul a 24 de ore. Asemenea elipse sînt în general înguste și îndreptate vertical, deoarece mișcarea laterală este redusă. Că există o oarecare mișcare laterală se vede din faptul că liniile ascendente și descendente nu coincid, iar întîmplător, ca la *Desmodium gyrans* și la *Thalia dealbata*, ea era puternic pronunțată. La *Melilotus* elipsele descrise în timpul zilei de foliola terminală se extind lateral în loc de vertical, ca de obicei; și aceasta este evident în legătură cu faptul că foliola terminală se mișcă lateral cînd adoarme. La majoritatea plantelor care dorm, frunzele oscilează de mai multe ori în sus și în jos în decurs de 24 de ore; așa încît adesea în decursul celor 24 de ore sînt descrise două elipse, una de dimensiune moderată și una foarte mare, care includ mișcarea nocturnă. De exemplu, o frunză care în timpul nopții stă drept în sus, dimineața se va apleca, apoi se va ridica mult și se va apleca din nou după-amiază, iar seara se va ridica iarăși, luînd poziția sa verticală nocturnă. În decurs de 24 de ore ea va descrie astfel două elipse de dimensiuni inegale. În același timp, alte plante descriu trei, patru sau cinci elipse. Ocazional, axele mai lungi ale diferitelor elipse se extind în direcții diferite, *Acacia farnesiana* oferind un bun exemplu. Cazurile următoare vor da o idee despre viteza mișcării: *Oxalis acetosella* a descris două elipse cu viteza de o oră și 25 min fiecare; *Marsilea quadrifolia* cu viteza de 2 ore; *Trifolium subterraneum* o singură elipsă în 3 ore și 30 min; *Arachis hypogaea* în 4 ore și 50 min. Numărul de elipse descrise într-un anumit timp depinde însă în mare măsură de starea plantei și de condițiile la care este expusă. Se întîmplă adesea ca o singură elipsă să fie descrisă în decursul unei zile și două în ziua următoare; *Erythrina corallodendron* a executat patru elipse în decursul primei zile de observație și numai una singură în a treia, datorită, după cît se pare, faptului că a fost ținută insuficient luminată și poate și la o temperatură insuficientă. Pare însă să existe de asemenea o tendință înnăscută la diferite specii din același gen de a descrie un număr diferit de elipse în cele 24 de ore. În acest timp foliolele de *Trifolium repens* au executat numai una; cele de *T. resupinatum* două, iar cele de *T. subterraneum* trei. De asemenea, foliolele de *Oxalis plumierii* au executat o singură elipsă, cele de *O. bupleurifolia* două, cele de *O. valdiviana* două sau trei, iar cele de *O. acetosella* cel puțin cinci în cele 24 de ore.

Linia urmată de vîrful unei frunze sau foliole, pe cînd descrie una sau mai multe elipse în timpul zilei, este adesea în zigzag pe întreg mersul ei sau numai în decursul dimineții sau serii: *Robinia* a oferit un exemplu de mers în zigzag limitat dimineața, iar o mișcare similară seara este arătată în diagrama din figura 126, prezentată sub *Sida*. Amploarea mișcării în zigzag depinde în mare măsură dacă planta este așezată în condiții foarte favorabile. Însă chiar în asemenea condiții favorabile, dacă punctele care marchează poziția vîrfului sînt făcute la intervale mari de timp și punctele sînt apoi unite, mersul urmat va părea relativ simplu, cu toate că numărul elipselor va fi sporit; însă dacă punctele sînt făcute la 2 sau 3 minute și acestea sînt unite, adesea liniile sînt puternic în zigzag, formîndu-se de asemenea multe mici spirale, triunghiuri și alte figuri. Acest fapt se vede în două părți ale diagramei (fig. 150) mișcărilor la *Desmodium gyrans*. *Strephium floribundum* observată la o temperatură înaltă a executat mai multe triunghiuri, cu viteza de 43 min de fiecare. *Mimosa pudica*, de asemenea observată, a descris mici elipse în 67 min; și vîrful unei foliole a străbătut 0,00125 cm într-o secundă sau 0,3 cm pe minut. Foliolele de *Averhoa* au pre-

zentat nenumărate mici oscilații atunci cînd temperatura era ridicată și cînd soarele strălucea. În toate cazurile, mișcările în zigzag pot fi considerate ca o încercare de a forma mici bucle care sînt extinse printr-o mișcare predominantă într-o anumită direcție. Revoluțiile rapide ale micilor foliole laterale de *Desmodium* aparțin aceleiași categorii de mișcări, puțin exagerate ca rapiditate și amplitudine. Mișcările bruște cu o mică înaintare și o și mai mică retragere, după cît se pare, nu exact pe aceeași linie, a hipocotilului verzei și a frunzei de *Dionaea*, după cum sînt văzute la microscop, intră probabil toate în această categorie. Putem bănui că vedem aici energia eliberată în timpul neîncetatelor modificări chimice în curs, în țesuturi, transformate în mișcare. În sfîrșit, trebuie remarcat că foliolele și probabil unele frunze, în timp ce își descriu elipsele, adesea se rotesc puțin în jurul propriilor lor axe, așa încît planul frunzei este îndreptat mai întîi de una din părți, iar apoi de cealaltă parte. Acest fapt s-a văzut clar și la marile frunze terminale de *Desmodium*, *Erythrina*, *Amphicarpaea* și este probabil comun la toate foliolele prevăzute cu pulvină.

În privința periodicității mișcărilor frunzelor, Pfeffer[23] a arătat foarte clar că ea depinde de alternanțele zilnice de lumină și întuneric, încît nu mai este nevoie de a se mai adăuga ceva în această chestiune. Ne putem reaminti însă de comportarea mimozei în nord, unde soarele nu apune și de completa inversiune a mișcărilor zilnice la lumina și întunericul artificiale. Am arătat de asemenea că frunzele supuse la întuneric un timp moderat de lung continuă să circumnuteze, totuși periodicitatea mișcărilor lor este curînd mult tulburată sau total anulată. Nu se poate presupune că prezența sau absența luminii este cauza directă a mișcărilor nictitrope, deoarece acestea sînt minunat de variate, chiar la foliolele aceleiași frunze, deși toate au fost, desigur, la fel de expuse. Mișcările depind de cauze înnăscute și sînt de natură adaptativă. Alternațiile de lumină și întuneric semnalează frunzelor numai că pentru ele a sosit perioada mișcării într-un anumit fel. Din faptul că mai multe plante (*Tropaeolum*, *Lupinus* etc.) nu dorm decît dacă sînt bine luminate în timpul zilei, putem deduce că în realitate nu descreșterea luminii, ci diferența dintre lumina la această oră și cea din timpul primei părți a zilei face ca frunzele să-și modifice modul lor obișnuit de a circumnuta.

Întrucît frunzele majorității plantelor își iau poziția lor diurnă normală dimineața, deși lumina poate fi exclusă și, deoarece frunzele unor plante continuă să se miște în mod normal la întuneric timp de cel puțin o zi, putem conchide că periodicitatea mișcărilor lor este într-o anumită măsură moștenită[24]. Puterea unei asemenea eredități se deosebește mult la diferite specii și nu pare a fi niciodată rigidă, deoarece plante din toate părțile lumii au fost introduse în grădinile și serele noastre; și dacă toate mișcările ar fi fost cîtuși de puțin fixate strict în relație față de alternanțele de zi și noapte, ele ar fi dormit în această țară [Anglia] la ore cu totul diferite, ceea ce nu a fost cazul. S-a obser-

[23] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 30 *et passim*.

[24] Pfeffer contestă asemenea moștenire (*Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, p. 30—56); el atribuie periodicitatea, atunci cînd este prelungită o zi sau două la întuneric, efectului de „Nachwirkung" sau efectelor ulterioare ale luminii și întunericului. Nu putem însă urmări firul judecății sale. Nu pare să existe vreun alt motiv căruia să-i atribuie asemenea mișcări, decît, de exemplu, obiceiului înnăscut la grîu de toamnă sau de primăvară de a crește cel mai bine la anotimpuri diferite deoarece acest obicei se pierde după cîțiva ani tot așa ca și mișcările frunzelor la întuneric după cîteva zile. Fără îndoială că un oarecare efect trebuie să se producă asupra semințelor de către cultivarea îndelung continuată a plantelor parentale în climi diferite, însă probabil că nimeni nu va numi aceasta efect de „Nachwirkung" al climatelor.

vat de altfel că plantele care dorm își schimbă, în țările lor de baștină, timpul de dormit o dată cu schimbarea anotimpurilor[25].

Să revenim acum la lista sistematică. Aceasta conține numele tuturor plantelor care dorm ce ne sînt cunoscute, deși lista este fără îndoială foarte imperfectă. Se poate presupune că, de regulă generală, toate speciile din același gen dorm aproape în același fel. Există însă cîteva excepții; la noi multe genuri mari ce includ multe specii care dorm (de exemplu, *Oxalis*), includ și unele specii care nu dorm. O specie de *Melilotus* doarme ca un *Trifolium* și deci foarte diferit de rudele ei, tot așa și o specie de *Cassia*. La genul *Sida*, noaptea frunzele fie că se ridică, fie că se apleacă, iar la *Lupinus* ele dorm în trei feluri diferite. Pentru a reveni la listă, primul punct care ne izbește este că există mult mai multe genuri printre *Leguminosae* (și la aproape fiecare dintre triburile de leguminoase) decît la toate celelalte familii laolaltă; și sîntem tentați să legăm acest fapt de marea mobilitate a tulpinilor și frunzelor la această familie, așa cum se vede după marele număr de plante cățărătoare pe care îl conține. După *Leguminosae* vin *Malvaceae*-le, împreună cu unele familii îndeaproape înrudite. Însă punctul pe departe cel mai important din listă este că întîlnim plante care dorm la 28 de familii din toate marile diviziuni ale fanerogamelor și la o plantă criptogamă. Or, cu toate că este probabil că la *Leguminosae* tendința de a dormi poate să fi fost moștenită de la unul sau de la cîțiva strămoși și poate tot așa și la cohortele de *Malvales* și *Chenopodiales*, este totuși evident că tendința trebuie să fi fost dobîndită de mai multe genuri ale altor familii, cu totul independent unul de altul. Deci problema se pune în mod natural, cum de a fost posibil acest lucru? Răspunsul este fără îndoială acela că frunzele își datoresc mișcările nictitrope obiceiului de a circumnuta —, un obicei comun tuturor plantelor și gata orișiunde de o dezvoltare sau modificare folositoare.

S-a arătat în capitolele precedente că frunzele și cotiledoanele tuturor plantelor se mișcă încontinuu în sus și în jos, în general într-o măsură neînsemnată, uneori însă într-una considerabilă și că ele descriu una sau mai multe elipse în decurs de 24 de ore; ele sînt în așa măsură influențate de alternanța zilei și nopții, încît în general sau cel puțin adesea, ele se mișcă periodic într-o mică măsură; și aici avem o bază pentru dezvoltarea mișcărilor nictitrope mai mari. Nu poate fi îndoială că mișcările frunzelor și ale cotiledoanelor care nu dorm intră în categoria mișcărilor de circumnutație, deoarece ele sînt foarte asemănătoare cu cele ale hipocotilelor, epicotililor, tulpinilor plantelor mature și ale diferitelor altor organe. Or, dacă luăm cel mai simplu caz al unei frunze care doarme, vedem că ea face o singură elipsă în 24 de ore, care seamănă în toate privințele cu cea descrisă de o frunză care nu doarme, cu deosebirea că este mult mai mare. În ambele cazuri mersul urmat este adesea în zigzag. Deoarece toate frunzele care nu dorm circumnutează încontinuu, trebuie să conchidem că cel puțin o parte din mișcarea în sus și în jos a unei frunze care doarme este datorită circumnutației obișnuite; și pare cu totul neîntemeiat să includem restul mișcării într-o categorie complet diferită. La o mulțime de plante cățărătoare elipsele descrise de ele au fost considerabil mărite cu un alt scop, și anume pentru a se prinde de un suport. La aceste plante cățărătoare diferitele organe circumnutante au fost într-atît modificate

[25] Pfeffer, *ibidem*, p. 46.

față de lumină încît, contrar tuturor plantelor obișnuite, ele nu se apleacă înspre ea. La plantele care dorm, viteza și amplitudinea mișcărilor frunzelor au fost într-atît modificate față de lumină, încît ele se mișcă într-o anumită direcție la lumina descrescîndă a serii și la lumina crescîndă a dimineții, mai rapid și într-o mai mare măsură decît la alte ore.

Însă frunzele și cotiledoanele multor plante care nu dorm se mișcă într-un mod mult mai complicat decît în cazurile la care tocmai ne-am referit, deoarece în cursul unei zile ele descriu două, trei sau chiar mai multe elipse. Or, dacă o plantă de acest fel s-ar transforma într-una care doarme, o latură a uneia din cele cîteva elipse pe care fiecare frunză le descrie zilnic s-ar lungi considerabil seara, pînă cînd frunza ar sta vertical, atunci cînd ea ar continua să circumnuteze în jurul aceluiași punct. În dimineața următoare latura unei alte elipse ar trebui să se lungească la fel, pentru a aduce frunza iarăși înapoi la poziția ei diurnă, cînd ea va circumnuta iarăși pînă seara. Dacă cititorul se uită, de exemplu, la diagrama (fig. 142) reprezentînd mișcările nictitrope ale foliolei terminale de *Trifolium subterraneum*, și ne amintim că liniile punctate curbe de la vîrf ar trebui prelungite mult mai sus, el va vedea că marea ridicare de seară și marea aplecare de dimineață formează împreună o mare elipsă, ca cele descrise în timpul zilei, deosebindu-se numai prin dimensiune. Or, el se poate uita la diagrama (fig. 103) celor $3\frac{1}{2}$ elipse descrise în decurs de 6 ore și 35 min de o frunză de *Lupinus speciosus*, care este una dintre speciile acestui gen care nu dorm și va vedea că numai prelungind în sus linia care se și ridică seara tîrziu, și aducînd-o iarăși în jos dimineața următoare, diagrama va reprezenta mișcările unei plante care doarme.

Dacă la plantele care dorm, care descriu mai multe elipse în timpul zilei și se deplasează într-o linie puternic în zigzag, descriind adesea în mersul lor mici bucle, triunghiuri etc., facem de îndată ce vine seara ca una din elipse să-și mărească considerabil dimensiunea și dacă [marcăm mișcarea cu] puncte la fiecare 2 sau 3 min și unim acele puncte, linia descrisă atunci este aproape complet dreaptă, în contrast puternic cu liniile făcute în timpul zilei. Aceasta s-a observat la *Desmodium gyrans* și *Mimosa pudica*. De altfel, la această din urmă plantă foliolele penate converg seara printr-o mișcare constantă, în vreme ce în timpul zilei ele converg și se îndepărtează în mod continuu într-o foarte mică măsură. În toate asemenea cazuri a fost aproape imposibil de a observa deosebirea între mișcarea din timpul zilei și mișcarea de seară fără a fi convins că seara planta își economisește forța mișcîndu-se lateral și că toată energia ei este cheltuită acum în obținerea rapidă a poziției ei nocturne normale printr-un mers direct. În mai multe alte cazuri, ca de exemplu atunci cînd o frunză, după ce în timpul zilei a descris una sau mai multe elipse relativ regulate, merge seara mult în zigzag, se pare că energia a fost cheltuită pentru ca marea ridicare sau aplecare de seară să poată coincide cu perioada din zi corespunzătoare acestei mișcări.

Cea mai complicată din toate mișcările executate de plante care dorm este cea în care frunzele sau foliolele, după ce au descris în timpul zilei mai multe elipse îndreptate vertical, se rotesc seara în jurul axelor lor, mișcare de răsucire prin care ele [ajung] să ocupe noaptea o poziție complet diferită de cea din timpul zilei. De exemplu, foliolele terminale de *Cassia* nu numai că se mișcă seara vertical în jos, ci se răsucesc, așa încît suprafețele lor inferioare să stea cu fața în afară. Asemenea mișcări sînt complet sau aproape complet limitate la foliolele prevăzute cu pulvină. Însă această torsiune nu este un nou fel de mișcare introdus

numai cu scopul de a dormi, deoarece s-a arătat că pe cînd descriu în timpul zilei elipsele lor obișnuite, unele foliole se rotesc ușor, făcînd ca limbul lor să stea cu fața mai întîi într-o parte, iar apoi într-alta. Cu toate că putem vedea cît de ușor micile modificări în mișcările periodice ale frunzelor în plan vertical pot fi transformate în mișcări nictitrope mai mari, deși simple, nu știm în prezent totuși prin ce stadii treptate au fost dobîndite mișcările mai complicate efectuate prin torsiunea pulvinelor. O explicație probabilă s-ar putea da în fiecare caz numai după o cercetare amănunțită a mișcărilor la toate formele înrudite.

Din faptele și considerațiile prezentate acum, putem conchide că nictitropismul sau somnul frunzelor și al cotiledoanelor nu este decît o modificare a mișcării obișnuite de circumnutație, reglată în perioada și amplitudinea sa de alternările de lumină și întuneric. Scopul obținut este apărarea noaptea a suprafețelor superioare ale frunzelor în contra radierii, adesea combinată cu apărarea reciprocă a diferitelor părți prin apropierea lor strînsă. În asemenea cazuri, ca la cele ale foliolelor de *Cassia*, ale foliolelor terminale de *Melilotus*, ale tuturor foliolelor de *Arachis*, *Marsilea* etc., avem o circumnutație obișnuită, modificată în măsura extremă cunoscută de noi în vreuna din diferitele categorii mari de circumnutație modificată. Pe baza acestei ipoteze a originii nictitropismului, putem înțelege cum cîteva plante, larg răspîndite în întreaga serie de plante vasculare, au fost în măsură să dobîndească obiceiul de a-și așeza noaptea vertical limbul frunzelor lor, adică de a dormi — un fapt altfel inexplicabil.

Frunzele unor plante se mișcă în timpul zilei într-un fel care a fost greșit denumit somn diurn, deoarece, atunci cînd soarele le luminează puternic, ele își îndreaptă marginile spre el. Vom reveni la asemenea cazuri în capitolul următor despre heliotropism. S-a arătat că foliolele unei forme de *Porlieria hygrometrica* rămîn închise în timpul zilei atîta timp cît planta este insuficient aprovizionată cu apă, la fel ca și cînd doarme; ceea ce servește, după cît se pare, să oprească evaporarea. Mai există un singur alt caz analog cunoscut de noi, și anume cel al anumitor graminee care își îndoaie spre interior laturile frunzelor lor înguste, atunci cînd acestea sînt expuse la soare sau la o atmosferă uscată, după cum le descrie Duval-Jouve [26]. Am observat de asemenea același fenomen la *Elymus arenarius*.

Există o altă mișcare care din timpul lui Linné a fost în general denumită somn, și anume cea a petalelor multor flori care se închid noaptea. Aceste mișcări au fost temeinic cercetate de Pfeffer, care a arătat (după cum a observat pentru prima dată Hofmeister) că ele sînt cauzate sau reglate mai curînd de temperatură decît de alternanțele de lumină și întuneric. Cu toate că ele pot să apere noaptea organele de reproducere împotriva radierii, aceasta nu pare să fie funcția lor principală, ci mai degrabă apărarea organelor împotriva vînturilor reci și mai ales împotriva ploii din timpul zilei. Această din urmă explicație pare probabilă, deoarece Kerner [27] a arătat că un fel foarte diferit de mișcare, și anume aplecarea în jos a părții superioare a pedunculului, servește, în multe cazuri, aceluiași scop. Închiderea florilor exclude de asemenea insectele nocturne care pot să fie rău adaptate pentru fertilizarea lor, și speciile bine adaptate în perioadele cînd temperatura este nefavorabilă fertilizării. Nu știm dacă aceste mișcări ale petalelor constau, după cum este probabil, dintr-o circumnutație modificată.

[26] „Annal. des Sc. Nat. Bot.", 1875, vol. I, p. 326—329.

[27] *Die Schutzmittel des Pollens*, 1873, p. 30—39.

Embriologia frunzelor. — În acest capitol au fost prezentate întîmplător cîteva fapte despre ceea ce se poate numi embriologia frunzelor. La majoritatea plantelor prima frunză, care se dezvoltă după cotiledoane, seamănă îndeaproape cu frunzele produse de planta matură, dar nu întotdeauna. Primele frunze produse de unele specii de *Drosera*, de exemplu de *D. capensis*, se deosebesc considerabil de cele ale plantei mature și seamănă îndeaproape cu frunzele de *D. rotundifolia*, după cum ne-a arătat prof. Wiliamson din Manchester. Prima frunză adevărată de *Ulex* nu este îngustă și spinoasă ca frunzele mai bătrîne. Pe de altă parte, la multe plante leguminoase, ca de exemplu la *Cassia*, *Acacia lophantha* etc., prima frunză are de fapt același caracter ca și frunzele mai bătrîne, afară numai că posedă mai puține foliole. La *Trifolium*, prima frunză are în general numai o singură foliolă în loc de trei și aceasta diferă puțin ca formă de foliola corespunzătoare de pe frunzele mai bătrîne. Or, la *Trifolium pannonicum* prima frunză adevărată de pe unele plantule era unifoliată, iar pe altele complet trilobată, și între aceste două stări extreme existau unele plantule cu o singură foliolă mai mult sau mai puțin adînc crestată, pe una sau pe ambele părți, iar unele aveau o singură foliolă suplimentară laterală perfectă. Aci avem deci ocazia rară de a vedea o structură specifică unei vîrste mai înaintate, înlocuind treptat o stare embrionară anterioară.

Genul *Melilotus* este îndeaproape înrudit cu *Trifolium* și prima frunză nu are decît o singură foliolă, care noaptea se rotește în jurul axei sale, așa încît să prezinte o margine laterală spre zenit. Frunza doarme deci ca și foliola terminală a unei plante mature, după cum s-a observat la 15 specii, și complet diferit de foliola corespunzătoare de *Trifolium* care se curbează numai în sus. Este de aceea un fapt curios că la una dintre aceste 15 specii, anume la *M. taurica* (și într-o mai mică măsură la alte două), frunzele ieșind din lăstari tineri produși pe plante care au fost tăiate și ținuți în ghivece în seră în timpul iernii dormeau ca frunzele unui *Trifolium*, în vreme ce frunzele de pe ramuri pe deplin dezvoltate de pe aceeași plantă dormeau ulterior în mod normal ca cele ale unui *Melilotus*. Dacă lăstari tineri ieșind din pămînt pot fi considerați ca indivizi noi, avînd într-o anumită măsură natura unor plantule, atunci modul neobișnuit în care frunzele lor dorm poate fi considerat ca un obicei embriologic, rezultatul probabil al faptului că *Melilotus* se trage din vreo formă care dormea ca un *Trifolium*. Această ipoteză este întărită de faptul că frunzele de pe ramurile bătrîne și tinere ale unei alte specii, *M. messanensis* (neinclusă în cele 15 specii) dorm întotdeauna ca și cele ale unui *Trifolium*.

Prima frunză veritabilă de *Mimosa albida* constă dintr-un singur pețiol, avînd adesea trei perechi de foliole care au toate aceeași dimensiune și formă; a doua frunză se deosebește considerabil de prima și seamănă cu cea de pe o plantă matură (vezi fig. 159), deoarece ea constă din două foliole penate, din care cea bazală interioară este foarte mică. Însă la baza fiecărei foliole penate există o pereche de puncte foarte mici, evident rudimente de foliole, deoarece sînt de dimensiuni inegale, ca cele două foliole următoare. Aceste rudimente au, într-un anumit sens, un caracter embriologic, întrucît ele nu există decît în timpul tinereții frunzei, căzînd și dispărînd de îndată ce frunza este pe deplin dezvoltată.

La *Desmodium gyrans* cele două foliole laterale sînt mult mai mici decît foliolele corespunzătoare la majoritatea speciilor din acest mare gen; ele variază de asemenea ca poziție și dimensiune; una sau ambele sînt uneori absente; și nu dorm ca foliolele pe deplin dezvoltate. De aceea, ele pot fi considerate aproape ca

rudimentare și, în conformitate cu principiul general al embriologiei, ele ar trebui să se dezvolte mai constant și mai deplin pe plante foarte tinere decît pe cele bătrîne. Acesta nu este însă cazul, întrucît ele lipseau cu totul pe unele plantule tinere și nu au apărut decît după ce s-au format 10—20 de frunze. Acest fapt a dus la bănuiala că *D. gyrans* se trage — printr-o formă unifoliată (din care există cîteva) — dintr-o specie trifoliată și că micile foliole laterale reapar prin reversiune. Ori cum ar fi aceasta, faptul interesant că pulvinele sau organele de mișcare nu au fost pe departe atît de micșorate ca limburile lor — luînd marea foliolă terminală drept criteriul de comparație —, constituie probabil cauza cea mai verosimilă a extraordinarei lor capacități de rotație.

CAPITOLUL AL VIII-LEA

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: MIȘCĂRILE STIMULATE DE LUMINĂ

Deosebirea dintre heliotropism și efectele luminii asupra periodicității mișcărilor frunzelor — Mișcările heliotrope la *Beta, Solanum, Zea* și *Avena* — Mișcările heliotrope spre o lumină slabă la *Apios, Brassica, Phalaris, Tropaeolum* și *Cassia* — Mișcările apheliotrope ale cîrceilor de *Bignonia* — Ale pedunculelor florali de *Cyclamen* — Îngroparea capsulelor — Heliotropismul și apheliotropismul, forme modificate ale circumnutației — Trepte prin care o anumită mișcare este transformată în cealaltă — Heliotropismul transversal sau diaheliotropismul influențat de epinastie, greutatea părții sau apogeotropism — Apogeotropismul anulat de diaheliotropism la amiază — Efectele greutății limbului cotiledoanelor — Așa-zisul somn diurn — Acțiunea nocivă a luminii intense asupra clorofilei — Mișcările pentru a evita lumina intensă.

Sachs a indicat pentru prima dată clar deosebirea importantă între acțiunea luminii în modificarea mișcărilor periodice ale frunzelor și faptul că le face să se curbeze înspre sursa de lumină [1]. Ultimele sau mișcările heliotrope sînt determinate de direcția luminii, pe cînd mișcările periodice sînt influențate de schimbări în intensitatea ei și nu de direcția sa. Adesea periodicitatea mișcării de circumnutație continuă cîtva timp la întuneric, după cum am văzut în capitolul precedent, în vreme ce curbura heliotropă încetează foarte repede cînd lumina slăbește. Totuși, dacă plantele care din cauza întunericului îndelung continuat au încetat să se miște periodic sînt expuse din nou la lumină, după Sachs, ele încă mai sînt heliotrope.

Apheliotropismul sau, după cum este de obicei denumit, heliotropismul negativ, este mișcarea ce apare atunci cînd o plantă inegal luminată de cele două părți, se curbează dinspre lumină, în loc de a se curba, ca la ultimele două subcategorii, înspre ea; apheliotropismul este însă relativ rar, cel puțin într-un grad bine pronunțat. Există o a treia subcategorie mare de cazuri, și anume cele de „heliotropism transversal" al lui Frank, pe care o vom numi aici diaheliotropism. Sub această influență, părțile plantelor se așază mai mult sau mai puțin transversal față de direcția de unde provine lumina și sînt astfel pe deplin luminate. În ceea ce

[1] *Physiologie Végétale* (trad. franceză), 1868, p. 42, 517 etc.

privește cauza finală a mișcării, există o a patra subcategorie, deoarece, atunci cînd frunzele unor plante sînt expuse la un grad intens și nociv de lumină, ele se îndreaptă ridicîndu-se, înclinîndu-se sau răsucindu-se, așa încît să fie luminate mai puțin intens. Uneori asemenea mișcări au fost denumite somn diurn. Dacă se va considera că este recomandabil, ele vor putea fi numite paraheliotrope și acest termen va corespunde celorlalte denumiri ale noastre.

În capitolul de față se arată că toate mișcările cuprinse în aceste patru subcategorii constau din circumnutație modificată. Nu pretindem să afirmăm că, dacă o parte a unei plante, care încă mai crește, nu a circumnutat — cu toate că o asemenea presupunere este cu totul improbabilă — ea nu s-a putut înclina înspre lumină; de fapt, heliotropismul pare să consiste întotdeauna din circumnutație modificată. Ori ce fel de mișcare în legătură cu lumina va fi evident mult ușurată prin faptul că fiecare parte circumnutează sau se înclină consecutiv în toate direcțiile; așa încît o mișcare care exista în acel moment nu are decît să se mărească într-o direcție oarecare, și să se reducă sau să se oprească în celelalte direcții, pentru a deveni heliotropă, apheliotropă etc., după cum este cazul. În capitolul următor se vor da cîteva observații asupra sensibilității plantelor la lumină, viteza înclinării înspre ea și exactitatea cu care ele indică sursa ei. Ulterior se va arăta — și aceasta ne pare un fapt foarte interesant — că sensibilitatea față de lumină este uneori limitată la o mică parte a plantei, și că, atunci cînd această parte este stimulată de lumină, ea transmite o influență la părți îndepărtate, făcîndu-le să se aplece.

Heliotropismul. — Atunci cînd o plantă care este puternic heliotropă (și în această privință speciile se deosebesc mult) este expusă la o lumină laterală vie, aceasta se apleacă repede înspre lumină și mersul urmat de tulpină este complet sau aproape drept. Dacă însă lumina este mult slăbită sau uneori întreruptă, ori lăsată să pătrundă numai dintr-o direcție puțin oblică, mersul urmat este mai mult sau mai puțin în zigzag; și, după cum am văzut și vom vedea mai departe, o asemenea mișcare în zigzag rezultă din alungirea sau extinderea elipselor, a buclelor etc. pe care planta le-ar fi descris, dacă ar fi fost luminată de sus. În mai multe ocazii am fost izbiți de acest fapt, pe cînd observăm circumnutația unor plantule foarte sensibile care în mod neintenționat erau luminate puțin oblic sau numai a intervale consecutive de timp.

De exemplu, două plantule tinere de *Beta vulgaris* au fost puse în mijlocul unei camere cu ferestre spre nord-est și ținute acoperite, în afară numai de timpul fiecărei observații care nu dura decît un minut sau două; rezultatul a fost însă că hipocotilele s-au aplecat de partea de unde intra întîmplător puțină lumină, în linii care erau numai puțin în zigzag. Cu toate că nici o singură elipsă nu a fost nici măcar aproximativ formată, am dedus din liniile în zigzag — și după cum s-a dovedit, în mod corect — că hipocotilele lor circumnutau, deoarece în ziua următoare aceleași plantule au fost puse într-o cameră complet întunecată și observate de fiecare dată cu ajutorul unei mici lumînări de ceară ținută aproape direct deasupra lor, iar mișcările au fost înregistrate pe o placă orizontală de sticlă plasată deasupra lor; și cum hipocotilele lor circumnutau în mod clar (fig. 168 și fig. 39 dată anterior; totuși ele s-au deplasat pe o mică distanță înspre partea unde lumînarea era ținută sus. Dacă privim aceste diagrame și ne imaginăm că lumînarea ar fi fost ținută mai într-o parte i că hipocotilele, încă circumnutînd, s-ar fi curbat în același timp mult mai mult înspre umină, evident că rezultatul ar fi constat în lungi linii în zigzag.

De asemenea, două plantule de *Solanum lycopersicum* au fost luminate de sus, însă ntîmplător dintr-o parte a intrat puțin mai multă lumină decît din cealaltă și hipocotilele or s-au aplecat puțin înspre partea mai luminată; ele s-au deplasat într-o linie în zigzag

și în mersul lor au descris două mici triunghiuri, după cum se vede în figura 37 și într-un alt desen care nu a fost dat. Cotiledoanele în formă de teacă [coleoptil] de *Zea mays* s-au comportat, în condiții aproape similare, în aproape același mod, după cum am descris în primul nostru capitol, deoarece ele s-au aplecat ziua întreagă într-o parte, executînd totuși în mersul lor cîteva curburi bătătoare la ochi. Înainte de a ști cît de mult era modificată de o lumină laterală circumnutația obișnuită, s-au pus cîteva plantule de ovăz, cu cotiledoane relativ bătrîne și deci nu foarte sensibile, în fața unei ferestre dinspre nord-est, înspre care ele s-au aplecat ziua întreagă într-un mers puternic în zigzag. În ziua următoare ele au con-

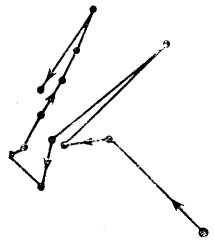


Fig. 168. — *Bela vulgaris*. Circumnutația hipocotilului deviată prin faptul că lumina era puțin laterală, înregistrată pe o placă orizontală de sticlă, de la ora 8,30 la 17,30; direcția luminării aprinse, de care era luminată, este arătată de o linie unind primul și penultimul punct; figura redusă la o treime din scara inițială.

tinuat să se aplece în aceeași direcție (fig. 169), însă mai puțin în zigzag. Între orele 12,40 și 14,25 cerul s-a acoperit însă cu nori de furtună extraordinar de întunecați și era interesant de notat cît de evident circumnutau cotiledoanele în acest interval.

Observațiile de mai sus sînt de oarecare valoare, deoarece au fost făcute atunci cînd nu ne ocupam de heliotropism; și ne-au făcut să experimentăm pe mai multe variații de plantule, expunîndu-le la o lumină laterală slabă, pentru a observa gradațiile între circumnu-

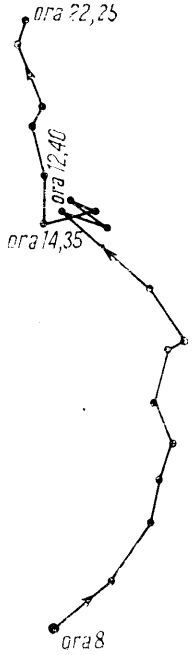
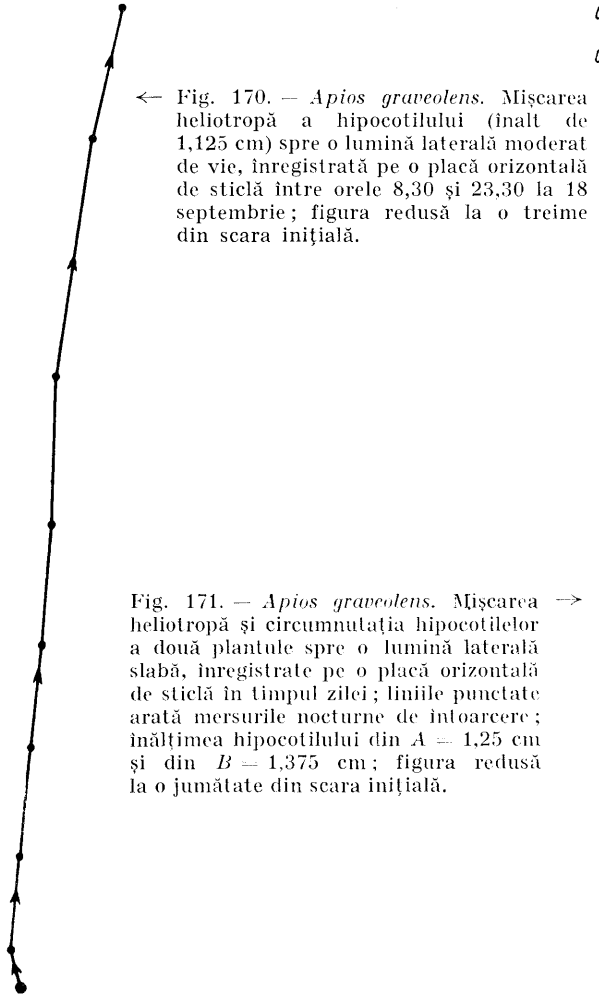


Fig. 169. — *Avena sativa*. Mișcarea heliotropă și circumnutația unui cotiledon în formă de teacă [coleoptil] (înalt de 3,75 cm), înregistrate pe o placă orizontală de sticlă între orele 8 și 22,25 la 16 octombrie.

tația obișnuită și heliotropism. Plantule în ghivece au fost puse în fața unei ferestre dinspre nord-est și la aproximativ un metru de ea, punînd plăci negre de fiecare parte și deasupra ghivecelor; în spate, ghivecele erau expuse luminii difuze a camerei, care avea o a doua fereastră spre nord-est și una spre nord-vest. Atîrnînd unul sau mai multe storuri în fața ferestrei unde erau așezate plantulele, a fost ușor de a micșora lumina, așa încît în această parte intra numai cu puțin mai multă lumină decît în cea opusă, care primea lumina difuză a camerei. Seara tîrziu storurile au fost îndepărtate consecutiv și, deoarece plantele fuseseră supuse în timpul zilei unei lumini foarte slabe, ele au continuat să se aplece înspre fereastră seara mai

tîrziu decît s-ar fi întîmplat altfel. Majoritatea plantulelor au fost alese fiind cunoscute ca foarte sensibile la lumină, iar unele pentru că nu erau decît puțin sensibile sau deveniseră așa din cauză că îmbătrîniseră. Mișcările au fost înregistrate în modul obișnuit pe o placă orizontală de sticlă, un fir subțire de sticlă cu mici triunghiuri de hîrtie fiind fixat într-o poziție verticală de hipocotile. Ori de cîte ori tulpina sau hipocotilul se apleca mult înspre lumină, ultima parte a mersului său a trebuit să fie înregistrată pe o placă verticală de sticlă paralelă cu fereastra și în unghi drept față de placa orizontală de sticlă.

Apios graveolens. — Hipocotilul se curbează în cîteva ore în unghi drept înspre o lumină laterală vie. Pentru a stabili cît de drept este mersul pe care l-au urmat cînd au fost relativ bine luminate dintr-o parte, plantulele au fost puse mai întîi, pe o dimineață noroasă și plo-



← Fig. 170. — *Apios graveolens.* Mișcarea heliotropă a hipocotilului (înalt de 1,125 cm) spre o lumină laterală moderat de vie, înregistrată pe o placă orizontală de sticlă între orele 8,30 și 23,30 la 18 septembrie; figura redusă la o treime din scara inițială.

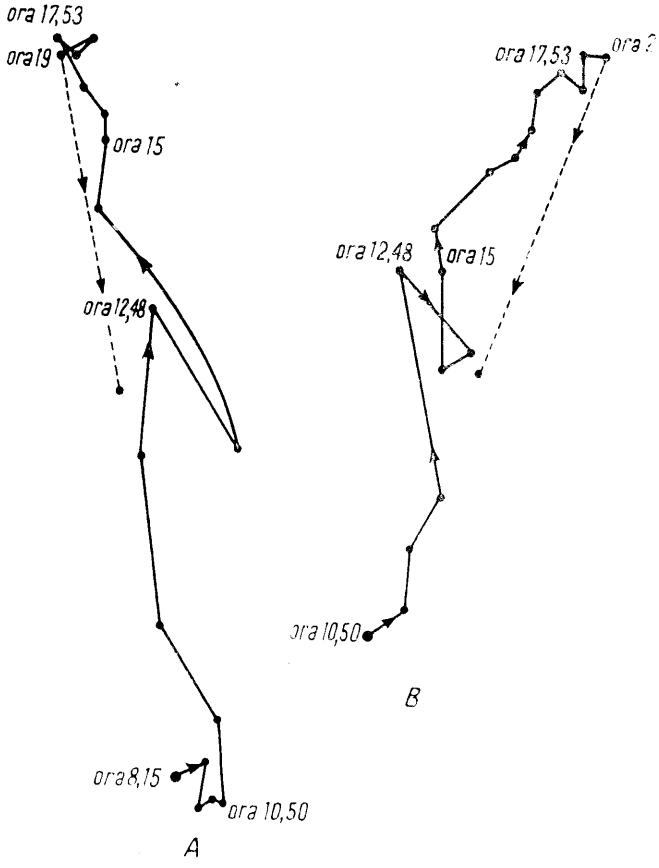


Fig. 171. — *Apios graveolens.* Mișcarea heliotropă și circumnutația hipocotilelor a două plantule spre o lumină laterală slabă, înregistrate pe o placă orizontală de sticlă în timpul zilei; liniile punctate arată mersurile nocturne de întoarcere; înălțimea hipocotilului din *A* = 1,25 cm și din *B* = 1,375 cm; figura redusă la o jumătate din scara inițială. →

ioasă, în fața unei ferestre spre sud-est iar mișcarea a două hipocotile a fost înregistrată timp de 3 ore, în care timp ele s-au aplecat considerabil înspre lumină. Unul dintre aceste desene este dat în figura 170, și se poate vedea că mersul este aproape drept. În acest caz însă, cantitatea de lumină era de prisos, deoarece deși două plantule au fost puse în fața unei ferestre spre nord-est, apărate de un stor de pînză obișnuită și de două de muselină, totuși hipocotilele lor s-au deplasat spre această lumină relativ slabă, descriind linii numai ușor în zigzag; însă cum după ora 16 lumina a scăzut, liniile au devenit distinct în zigzag. De altfel, una din plantule a descris după-amiază o elipsă de o dimensiune considerabilă, cu axa mai lungă îndreptată înspre fereastră.

Am hotărît apoi să facem ca lumina să fie suficient de slabă, așa încît am început prin a expune mai multe plantule în fața unei ferestre spre nord-est, apărată de un stor de

pînză, trei de muselină și de un prosop. Atît de puțină lumină intra însă, încît un creion nu proiecta nici o umbră perceptibilă pe un carton alb, iar hipocotilele nu s-au aplecat de loc înspre fereastră. În acest timp, între orele 8,15 și 10,50 hipocotilele au mers în zigzag sau au circumnutat aproape de același punct, după cum se poate vedea în figura 171, *A*. De aceea prosopul a fost îndepărtat la ora 10,50 și înlocuit cu două storuri de muselină și acum lumina trecea printr-un stor de pînză obișnuită și prin patru de muselină. Atunci cînd un creion a fost ținut vertical pe un carton aproape de plantule, el a proiectat o umbră (îndreptată dinspre fereastră) care de-abia se putea distinge. Totuși această foarte slabă lumină în surplus pe una din părți a fost de ajuns pentru a face ca hipocotilele tuturor plantulelor să înceapă imediat să se aplece înspre fereastră în linii în zigzag. Mersul unuia este arătat în *A* (fig. 171) : după ce s-a mișcat înspre fereastră de la ora 10,50 la 21,40, ea s-a aplecat dinspre fereastră,

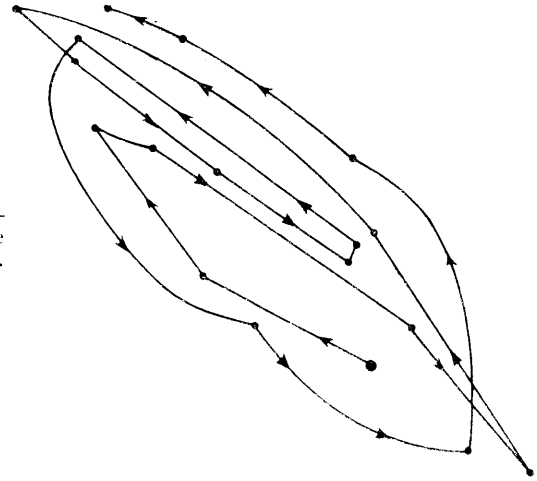


Fig. 172. — *Brassica oleracea.* Mișcarea obișnuită de circumnutație a hipocotilului unei plantule.

iar apoi s-a înapoiat într-o linie aproape paralelă ; adică, între orele 12,18 și 14 aproape că a completat o elipsă îngustă. Seara tîrziu, pe măsură ce lumina slăbea, hipocotilul înceta să se aplece înspre fereastră și circumnuta în mică măsură în jurul aceluiași punct ; în timpul nopții el s-a deplasat considerabil înapoi, adică a devenit și mai vertical prin acțiunea apogeotropismului. În *B* avem un desen al mișcărilor unei plantule de la ora 10,50, cînd prosopul a fost îndepărtat ; și în toate privințele esențiale el este similar celui anterior. Fără îndoială că în aceste două cazuri mișcarea obișnuită de circumnutație a hipocotilului era modificată, devenind heliotropă.

Brassica oleracea. — Cînd nu este tulburat de o lumină laterală, hipocotilul verzei circumnutează în mod complicat pe aproape același spațiu, și aici este reprodusă o figură dată anterior (fig. 172). Dacă hipocotilul este expus la o lumină laterală moderat de puternică, el se mișcă repede înspre această parte, deplasîndu-se în linie dreaptă sau aproape dreaptă. Atunci însă cînd lumina laterală este foarte slabă, mersul lui este extrem de întortocheat și constă evident dintr-o circumnutație modificată. În fața unei ferestre spre nord-est au fost puse plantule apărate de un stor de muselină și de un prosop. Cerul era înnorat și ori de cîte ori norii se luminau puțin, un stor suplimentar de muselină era ridicat temporar. Lumina de la fereastră era atît de slabă încît, judecînd cu ochiul liber, plantulele păreau să primească mai multă lumină din interiorul camerei decît de la fereastră ; de fapt însă, nu acesta era cazul, după cum se vedea dintr-o umbră foarte slabă proiectată de un creion pe un carton. Această extrem de mică lumină în surplus dintr-una din părți a făcut, totuși, ca hipocotilele care dimineața stătuseră vertical să se aplece în unghi drept înspre fereastră, așa încît seara (după ora 16,23) mersul lor a trebuit să fie înregistrat pe o placă verticală de sticlă paralelă cu fereastra. Trebuie arătat că la ora 15,30, cînd cerul se întunecase, prosopul a fost îndepărtat și înlocuit cu un stor suplimentar de muselină care a fost și el îndepărtat la ora 16, celelalte două storuri rămînînd ridicate. În figura 173 se arată drumul urmat între orele 8,09 și 19,10 de către unul dintre hipocotilele astfel expuse. Se poate observa că în primele 16 minute hipocotilul s-a deplasat oblic dinspre lumină ceea ce s-a datorat fără îndoială faptului că atunci el circumnuta în această direcție. Cazuri similare au fost observate în mod repetat și o lumină slabă nu a produs decît rareori sau niciodată vreun efect după trecerea

unui sfert pînă la trei sferturi de oră. După ora 17,15 cînd lumina slăbise, hipocotilul a început să circumnuteze cam pe același loc. Contrastul dintre cele două figuri (172 și 173) ar fi fost mai izbitor dacă ele ar fi fost inițial desenate la aceeași scară și ar fi fost reduse la fel. Însă mișcările arătate în figura 172 au fost la început mărite și nu au fost reduse decît la jumătate din scara inițială, în vreme ce cele din figura 173 au fost la început mai puțin mărite și au fost reduse la scara de o treime. Un desen al ultimei dintre mișcările unui al doilea hipocotil făcut

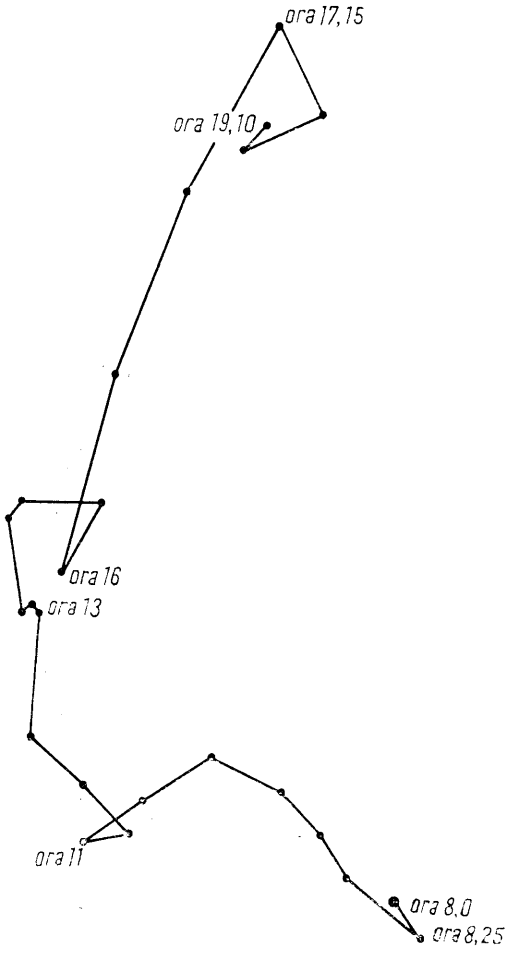


Fig. 173. — *Brassica oleracea.* Mișcarea heliotropă și circumnutația unui hipocotil spre o lumină laterală foarte slabă, înregistrate timp de 11 ore pe o placă orizontală de sticlă dimineața și pe una verticală seara ; figura redusă la o treime din scara inițială.

în același timp, a prezentat un aspect analog ; însă el nu s-a aplecat atît de mult spre lumină și a circumnutat ceva mai evident.

Phalaris canariensis. — Cotiledoanele în formă de teacă (coleoptil) ale acestei plante monocotiledonate au fost alese pentru încercare, deoarece ele sînt foarte sensibile la lumină și, după cum s-a arătat mai înainte (fig. 49), circumnutează bine. Cu toate că nu ne-am îndoit de rezultat, cîteva plantule au fost puse mai întîi în fața unei ferestre spre sud-vest, într-o dimineață moderat de luminoasă, și s-au înregistrat mișcările uneia dintre ele. După cum se întîmplă de obicei, în primele 45 min ea s-a deplasat într-o linie în zigzag ; apoi a resimțit toată influența luminii și s-a deplasat înspre ea în următoarele 2 ore și 30 min într-o linie aproape dreaptă. Nu s-a mai dat desenul, deoarece era aproape identic cu cel de la *Apios* în împrejurări similare (fig. 170). La prînz ea se aplecase complet ; apoi a circumnutat în jurul aceluiași punct, descriind două elipse ; la ora 17 ea se retrăsese considerabil dinspre lumină prin acțiunea apogeotropismului. După cîteva încercări preliminare pentru a determina gradul potrivit de obscuritate, cîteva plantule au fost puse (16 septembrie) în fața unei ferestre spre nord-est, iar lumina a fost lăsată să pătrundă printr-un stor de pînză obișnuită și trei storuri de muselină. Un creion ținut aproape de ghiveci a proiectat acum o umbră slabă pe un carton alb, arătînd spre fereastră. Seara la ora 16,30 și iarăși la 18, unele dintre

storuri au fost îndepărtate. În figura 174 vedem mersul urmat în aceleași condiții de un cotiledon relativ bătrîn și nu prea sensibil, înalt de 3,75 cm, care s-a aplecat mult, însă nu s-a curbat niciodată în unghi drept înspre lumină. De la ora 11, cînd cerul se întunecase puțin, pînă la ora 18,30, mersul în zigzag era bătător la ochi și consta evident din elipse alungite. După ora 18,30 și în timpul nopții ea s-a retras de la fereastră după o linie strîmbă. O altă plantulă mai tînără s-a deplasat în același timp mult mai repede și pînă la o dis-

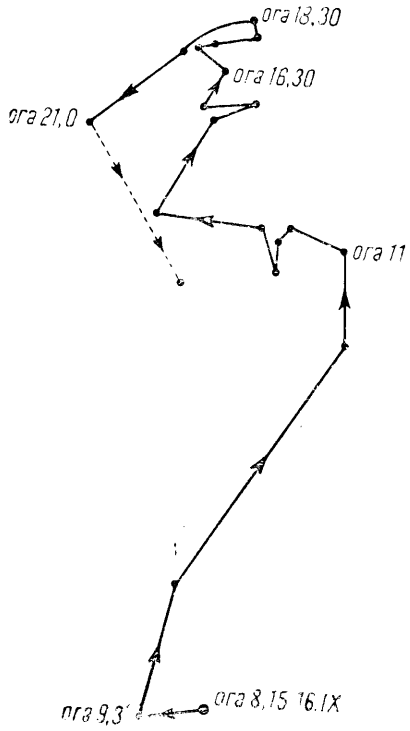


Fig. 174. — *Phalaris canariensis.* Mișcarea heliotropă și circumnutația unui cotiledon relativ bătrîn spre o lumină laterală slabă, înregistrate pe o placă orizontală de sticlă de la 16 septembrie, ora 8,15, pînă la 17 septembrie, ora 7,45; figura redusă la o treime din scara inițială.

tanță mult mai mare spre lumină, după o linie numai puțin în zigzag; la ora 11 era aplecată aproape în unghi drept în această direcție și acum circumnuta aproape pe același loc.

Tropaeolum majus. — Cîteva plantule foarte tinere, avînd numai două frunze și deci neajunse la stadiul vîrstei de cățărare, au fost încercate mai întîi fără storuri, în fața unei ferestre spre nord-est. Epicotilele s-au aplecat spre lumină atît de repede, încît în ceva mai puțin de 3 ore vîrful lor era îndreptat în unghi drept spre lumină. Liniile înregistrate erau fie aproape drepte, fie puțin în zigzag; și în acest din urmă caz vedem că o urmă de circumnutație se menține chiar sub influența unei lumini moderat de vie. Pe cînd aceste epicotiluri se aplecau spre fereastră, s-au marcat de două ori puncte la fiecare 5 sau 6 minute, pentru a detecta vreo urmă de mișcare laterală; nu era însă aproape nici una, iar liniile formate de unirea lor erau aproape drepte sau foarte puțin în zigzag, ca și în celelalte părți ale figurilor. După ce epicotilele se aplecaseră complet spre lumină, ele au descris, în modul obișnuit, elipse de mărime considerabilă.

După ce am văzut cum s-au deplasat hipocotilele spre o lumină moderat de vie, plantulele au fost puse la ora 7,48 (7 septembrie) în fața unei ferestre spre nord-est, acoperită cu un orosop, și puțin timp după aceasta cu un stor de pînză obișnuită, însă epicotilele tot se mai nișcau înspre fereastră. La ora 9,13 s-au atîrnat încă două storuri de muselină, așa încît plantulele nu primeau decît puțin mai multă lumină de la fereastră decît din interiorul camerei. Cerul varia ca luminozitate și uneori plantulele primeau pentru scurt timp mai puțină lumină de la fereastră decît din partea opusă (așa cum s-a stabilit după umbra proiectată), și atunci unul din storuri a fost temporar îndepărtat. Seara storurile au fost îndepărtate unul cîte unul. Mersul urmat de un epicotil în aceste împrejurări este arătat în figura 175. Toată ziua, pînă la ora 18,45, el s-a aplecat evident spre lumină, iar vîrful s-a deplasat pe o distanță considerabilă. După ora 18,45 el s-a mișcat înapoi sau dinspre fereastră pînă la ora 22,40, cînd s-a marcat un ultim punct. Aici avem deci o mișcare heliotropă distinctă,

efectuată cu ajutorul a șase figuri alungite (care, dacă punctele ar fi fost făcute la fiecare cîteva minute, ar fi fost mai mult sau mai puțin eliptică) îndreptate spre lumină, cu vîrful fiecărei elipse succesive mai aproape de fereastră decît cea anterioară. Or, dacă lumina ar fi fost numai cu puțin mai puternică, epicotilul s-ar fi aplecat mai mult spre lumină, după cum

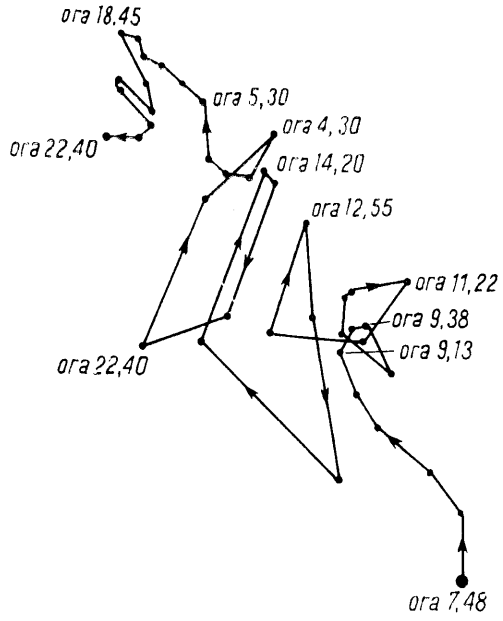


Fig. 175. — *Tropaeolum majus.* Mișcarea heliotropă și circumnutația epicotilului unei plantule tinere spre o lumină laterală slabă, înregistrate pe o placă orizontală de sticlă între orele 7,48 și 22,40; figura redusă la jumătate din scara inițială.

putem conchide fără grijă din încercările anterioare; ar fi existat de asemenea mai puțină mișcare laterală, iar elipsele sau alte figuri ar fi fost alungite într-o linie puternic pronunțată în zigzag probabil, încă mai formînd una sau două bucle mici. Dacă lumina ar fi fost mult

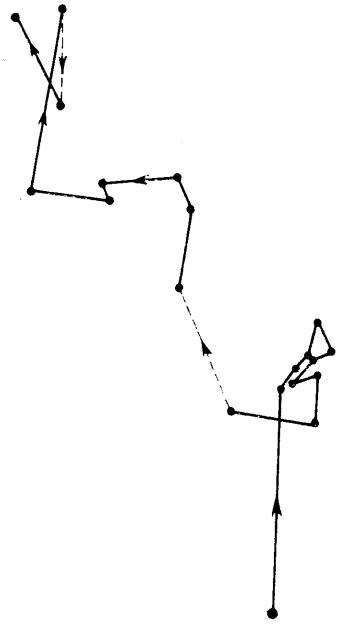


Fig. 176. — *Tropaeolum majus.* Mișcarea heliotropă și circumnutația unui internod bătrîn spre o lumină laterală, înregistrate pe o placă orizontală de sticlă de la 2 noiembrie, ora 8, pînă la 4 noiembrie, ora 10,20; liniile punctate arată mersul nocturn.

mai puternică, am fi avut o linie ușor în zigzag sau una complet dreaptă, deoarece ar fi existat mai multă mișcare în direcția luminii și mult mai puțină dintr-o parte într-alta.

Sachs afirmă că internodiile mai bătrîne ale acestui *Tropaeolum* sînt apheliotrope; de aceea am pus o plantă, înaltă de 29,4 cm, într-o cutie înnegrită în interior și deschisă de o parte, în fața unei ferestre spre nord-est, fără nici un stor. Un fir subțire de sticlă

a fost fixat de-al treilea internod de la vîrful unei plante și de-al patrulea internod al unei alteia. Aceste internodii fie că nu erau destul de bătrîne, fie că lumina nu era suficient de puternică pentru a produce apheliotropism, deoarece ambele plante s-au curbat încet înspre, în loc de dinspre fereastră, în decurs de patru zile. Mersul primului internod în decurs de două zile este dat în figura 176; și vedem fie că a circumnutat pe scară mică, fie că s-a deplasat spre lumină după o linie în zigzag. Am considerat că acest caz de heliotropism slab la unul dintre internodiile mai bătrîne ale unei plante, care atunci cînd este tînără este atît de sensibilă la lumină, merită să fie arătat.

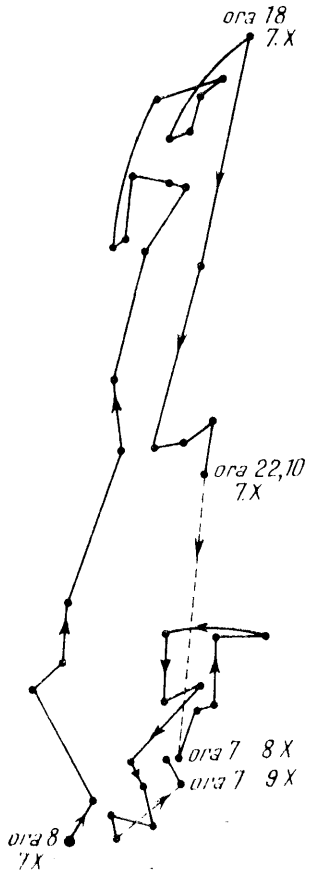


Fig. 177. — *Cassia tora*. Mișcarea heliotropă și circumnutația unui hipocotil (înalt de 3,75 cm), înregistrate pe o placă orizontală de sticlă, la 7 octombrie, între orele 8 și 22,10; de asemenea, circumnutația la întuneric de la 8 octombrie, ora 7, pînă la 9 octombrie, ora 7,45.

Cassia tora. — După cum am observat adesea cu surprindere, cotiledoanele acestei plante sînt extrem de sensibile la lumină, pe cînd hipocotilele sînt mult mai puțin sensibile decît cele ale majorității altor plantule. De aceea socotim că înregistrarea mișcărilor lor merită să fie făcută. Ele au fost expuse la o lumină laterală în fața unei ferestre spre nord-est, care la început nu era acoperită decît de un stor de muselină, însă pe măsură ce cerul se lumina, pe la ora 11, s-a atîrnat încă un stor de pînză. După ora 16 unul din storuri și apoi celălalt au fost îndepărtate. Plantulele erau apărate de o parte și de sus, însă erau deschise în spate la lumina difuză a camerei. Fire de sticlă verticale au fost fixate de hipocotilele a două plantule care dimineața stăteau vertical. Figura alăturată (fig. 177) arată desigur mersul urmat de unul din ele în decurs de două zile; trebuie notat însă în mod special că în cursul celei de-a doua zi plantulele au fost ținute la întuneric și atunci ele au circumnutat în jurul aproape a aceluiași spațiu mic. În prima zi (7 octombrie) hipocotilul s-a mișcat între orele 8 și 12,23 spre lumină într-o linie în zigzag, apoi s-a întors brusc spre stînga, ulterior descriind o mică elipsă. O altă elipsă neregulată a fost completată între orele 15 și aproximativ 17,30, hipocotilul aplecîndu-se încă înspre lumină. Dimineața hipocotilul era drept și vertical, însă la ora 18 jumătatea superioară era aplecată spre lumină, așa încît coarda arcului astfel format descria un unghi de 20° cu perpendiculară. După ora 18 mersul a fost inversat prin acțiunea apogeotropismului, și a continuat să se aplece dinspre fereastră în

decursul nopții, după cum arată linia punctată. În ziua următoare a fost ținută la întuneric (afară numai de cazul cînd fiecare observație era făcută cu ajutorul unei lumînări) și mersul urmat de la ora 7 în ziua de 8, pînă la ora 7,45 în ziua de 9 este de asemenea arătat aici. Deosebirea dintre cele două părți ale figurii (177), și anume cea descrisă în cursul zilei de 7, cînd plantula era expusă la o lumină laterală relativ slabă, și cea din ziua de 8, de la întuneric, este izbitoare.

Deosebirea constă din faptul că în prima zi liniile au fost alungite în direcția lumi... Mișcările celeilalte plantule înregistrate în aceleași condiții au fost foarte asemănăto...

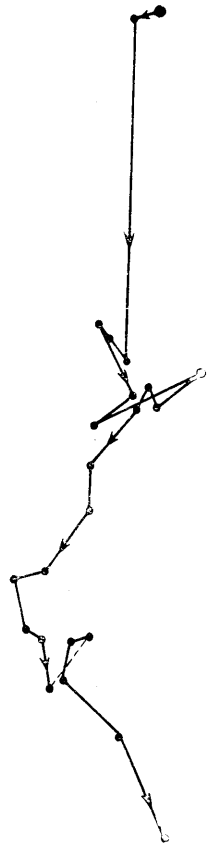


Fig. 178. — *Bignonia capreolata*. Mișcarea apheliotropă a unui cîrcel, trasată pe o sticlă orizontală de la 15 iulie, ora 6,45, pînă la 20 iulie, ora 10; figura este redusă la 2/3 din mărimea inițială.

Apheliotrpism. — Nu am reușit să observăm decît două cazuri de apheliotropism, deoarece acestea sînt relativ rare; și mișcările sînt în general atît de încete, încît ar fi fost foarte dificile de înregistrat.

Bignonia capreolata — Pe cît am văzut, nici un organ al vreunei plante nu se curbează atît de repede dinspre lumină ca cîrceii acestei *Bignonia*. Ei sînt de asemenea remarcabili prin faptul că circumnutează mult mai puțin regulat decît majoritatea altor cîrcei, adesea rămînînd staționari; ei depind de aphelotropism pentru a veni în contact cu trunchiurile arborilor [2]. Tulpina unei plante tinere a fost legată de un bețișor la baza unei perechi de cîrcei subțiri care proeminau aproape vertical în sus și a fost pusă în fața unei ferestre spre nord-est, fiind apărată de toate celelalte părți în contra luminii. Primul punct a fost făcut la ora 6,45 și la ora 7,35 ambii cîrcei reacționau la întreaga influență a luminii, deoarece s-au mișcat de îndată direct dinspre ea pînă la ora 9,20, cînd au circumnutat cîtva timp, încă îndepărtîndu-se, însă numai puțin, dinspre lumină (vezi figura 178 a cîrcelului din stînga). După ora 15 ei s-au îndepărtat iarăși rapid în zigzag de lumină. Seara tîrziu ambii se deplasaseră atît de departe, încît erau orientați în linie directă dinspre lumină. În cursul nopții ei s-au întors puțin într-o direcție aproape opusă. În dimineața următoare ei s-au mișcat iarăși dinspre lumină fiind convergenți, așa încît seara ei s-au răsucit unul în jurul altuia, rămînînd încă orientați dinspre lumină. Pe cînd convergea, cîrcelul din dreapta mergea mult

[2] *The Movements and Habits of Climbing Plants*, 1875, p. 97.

mai mult în zigzag decît cel arătat în figură. Ambele desene au arătat că mișcarea apheliotropă era o formă modificată de circumnutație.

Cyclamen persicum. — Cît timp această plantă este în floare, pedunculii florali stau vertical în sus, însă partea lor cea mai de sus este încovoiată în formă de cîrlig, așa încît floarea însăși atîrnă. Deîndată ce capsulele încep să se umfle, pedunculii florali cresc mult în lungime și se curbează încet în jos, însă partea superioară scurtă și încovoiată se îndreaptă. În cele din urmă capsulele ajung la sol și, dacă acesta este acoperit cu mușchi sau frunze moarte, ele se îngroapă. Noi am văzut adesea adînciturі în formă de farfurioare formate de capsule în nisip umed sau rumeguș; și o capsulă (cu diametrul de 0,75 cm) s-a îngropat în rumeguș pe trei sferturi din lungimea sa[3]. Ulterior vom avea ocazia să examinăm scopul realizat de acest proces de îngropare. Pedunculii florali își pot schimba direcția curbării, întrucît, dacă un ghiveci cu plante avînd de pe acum pedunculii aplecați este așezat orizontal, ei se

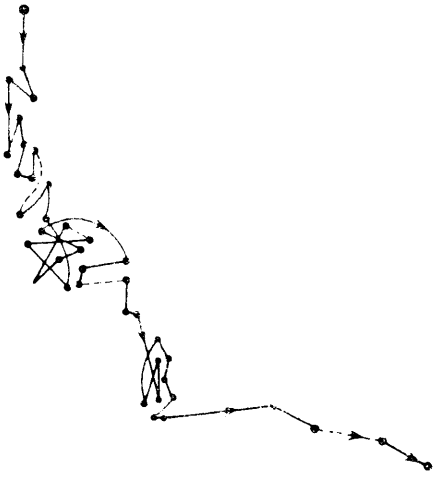


Fig. 179. — *Cyclamen persicum.* Mișcarea apheliotropă în jos a unui peduncul floral, considerabil amplificată (de circa 47 de ori (?), înregistrată pe o placă orizontală de sticlă de la 18 februarie, ora 13, pînă la 21 februarie, ora 8.

apleacă încet în unghi drept față de direcția lor anterioară spre centrul pămîntului. De aceea, la început am atribuit această mișcare geotropismului; un ghiveci care stătuse însă orizontal, cu capsulele îndreptate toate spre sol, a fost răsturnat, fiind ținut însă tot orizontal, așa încît capsulele erau îndreptate acum direct în sus; el a fost pus într-un dulap întunecos, însă, după patru zile și nopți, capsulele încă nu erau îndreptate în sus. Ghiveciul, în aceeași poziție, a fost readus la lumină, și după două zile exista o oarecare aplecare în jos a pedunculilor florali, iar în a patra zi două dintre ele erau îndreptate spre centrul pămîntului, după cum erau și celelalte după încă o zi sau două. O altă plantă dintr-un ghiveci care stătuse întotdeauna vertical a fost lăsată timp de șase zile în dulapul întunecos; ea avea 3 pedunculi florali și în acest timp numai unul s-a aplecat într-un grad oarecare în jos și aceasta în mod îndoielnic. De aceea, greutatea capsulelor nu este cauza aplecării în jos. Acest ghiveci a fost readus la lumină și după trei zile pedunculii florali s-au aplecat considerabil în jos. Trebuie să deducem astfel că aplecarea în jos se datorează apheliotropismului, cu toate că ar mai fi trebuit făcute mai multe încercări.

Pentru a observa natura acestei mișcări, un peduncul floral avînd o capsulă mare, care ajunsese la pămînt și stătea pe el, a fost ridicat puțin și fixat de un bețișor. Un fir subțire de sticlă a fost fixat de-a curmezișul capsulei cu un semn dedesubt, și mișcarea lui a fost înregistrată, mult mărită, pe o placă orizontală de sticlă, timp de 67 de ore. În timpul zilei planta a fost luminată de sus. O copie a desenului (fig. 179) este dată aici; și nu poate fi îndoială că mișcarea descendentă este o circumnutație modificată, însă pe o scară extrem de mică. Observația a fost repetată pe o altă capsulă care se îngropase parțial în rumeguș și care a fost ridicată cu 0,625 cm deasupra suprafeței solului; în 24 de ore ea a descris trei cercuri foarte mici. Avînd în vedere marea lungime și subțirime a pedunculilor florali și greutatea mică a capsulelor, putem conchide că ele nu sînt capabile să sape în nisip sau rumeguș scobituri în formă de farfurioară sau să se îngroape în mușchi etc., în afară numai de cazurile dacă sînt ajutate de mișcarea lor incontinuă de balansare sau de circumnutație.

[3] Pedunculii florali ai mai multor alte specii de *Cyclamen* se răsucesc într-o spirală și, după Erasmus Darwin („Botanic Garden", caiet III, p. 126), capsulele pătrund cu forța în pămînt. Vezi de asemenea Grenier și Godron *Flore de France*, vol. II, p. 459.

RAPORTUL DINTRE CIRCUMNUTAȚIE ȘI HELIOTROPISM

Oricine va examina diagramele de mai sus, care arată mișcările tulpinilor la diferite plante către o lumină laterală mai mult sau mai puțin slăbită, va trebui să admită că circumnutația obișnuită și heliotropismul trec treptat unul într-altul. Atunci cînd o plantă este expusă la o lumină laterală slabă și continuă toată ziua să se aplece spre ea, retrăgîndu-se seara tîrziu, mișcarea este fără îndoială una de heliotropism. Or, în cazul lui *Tropaeolum* (fig. 175), tulpina sau epicotilul a circumnutat evident ziua întreagă și a continuat în același timp să se miște heliotropic; această din urmă mișcare fiind influențată de vîrful fiecărei figuri sau elipse alungite consecutiv care stă mai aproape de lumină decît cea anterioară. La *Cassia* (fig. 177), comparația mișcării hipocotilului, atunci cînd este expus unei lumini laterale slabe și la întuneric, este foarte instructivă; după cum este cea dintre mișcarea de circumnutație obișnuită a unei plantule de *Brassica* (fig. 172, 173) și a celei de *Phalaris* (fig. 49 și 174) și a mișcării lor heliotrope spre o fereastră apărată de storuri. În ambele aceste cazuri ca și în multe altele, era interesant de notat cît de treptat tulpinile au început să circumnuteze pe măsură ce lumina slăbea seara. Avem de aceea multe feluri de gradații de la o mișcare spre lumină, care trebuie considerată ca una de circumnutație foarte puțin modificată și care încă mai constă din elipse sau cercuri — deși întîmplător se formează o mișcare mai mult sau mai puțin puternică în zigzag, cu bucle sau elipse formate ocazional — pînă la un mers heliotrop aproape drept sau chiar complet drept.

Atunci cînd este expusă la o lumină laterală, deși aceasta poate fi puternică, o plantă se mișcă de obicei mai întîi într-o linie în zigzag sau chiar direct dinspre lumină, ceea ce se datorește fără îndoială circumnutării sale, în acel timp, într-o direcție fie opusă sursei de lumină, fie mai mult sau mai puțin transversal față de ea. Totuși, de îndată ce direcția mișcării de circumnutație aproape coincide cu cea a luminii incidente, planta se apleacă într-un mers drept înspre lumină, dacă aceasta este puternică. Mersul pare să devină din ce în ce mai rapid și rectiliniu, după gradul de strălucire a luminii — mai întîi prin faptul că axele mai lungi ale figurilor eliptice, pe care planta continuă să le descrie atîta timp cît lumina rămîne foarte slabă, sînt îndreptate mai mult sau mai puțin exact înspre sursa ei, și că fiecare elipsă consecutivă este descrisă mai aproape de lumină. În al doilea rînd, dacă lumina nu este decît puțin micșorată, prin accelerarea și sporirea mișcării dinspre lumină, o oarecare mișcare laterală fiind încă menținută, deoarece lumina va împiedica mai puțin o mișcare în unghi drept față de direcția sa, decît una din propria sa direcție[4]. Rezultatul este că mersul devine mai mult sau mai puțin în zigzag și inegal ca viteză. În sfîrșit, atunci cînd lumina este foarte puternică, orice mișcare laterală este pierdută; și toată energia plantei este cheltuită în a face mișcarea de circumnutație rectilinie și rapidă numită într-o singură direcție, și anume spre lumină.

Părerea generală pare să fie că heliotropismul este un fel de mișcare cu totul distinctă de circumnutație; și se poate susține că în diagramele de mai sus vedem că heliotropismul este numai combinat cu circumnutația sau suprapus acesteia. Dacă este însă așa, trebuie presupus că o lumină laterală puternică oprește complet circumnutația, întrucît o plantă astfel expusă se mișcă în linie dreaptă înspre ea,

[4] În lucrarea sa *Über orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile* („Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1879, vol. II, caiet II), Sachs a discutat modul în care geotropismul și heliotropismul sînt influențate de varietățile unghiurilor sub care organele plantelor sînt situate față de direcția forței care acționează asupra lor.

fără să descrie vreo elipsă sau cerc. Dacă lumina este puțin slăbită, cu toate că suficientă pentru a face ca planta să se aplece spre ea, avem o dovadă mai mult sau mai puțin clară pentru continuarea circumnutației. Trebuie presupus mai departe că numai o lumină laterală este cea care cere această capacitate extraordinară de a opri circumnutația, deoarece știm că diferitele plante pe care s-a experimentat mai sus, precum și toate cele pe care le-am observat pe cînd creșteau, continuă să circumnuteze, oricît de puternică ar fi lumina, dacă vine de sus. Nici nu trebuie uitat că în viața fiecărei plante circumnutația precede heliotropismul, întrucît hipocotilele, epicotilele și pețiolurile circumnutează înainte de a fi ieșit din pămînt și de a fi simțit vreodată influența luminii.

Ne pare deci că sîntem pe deplin justificați în părerea noastră că, ori de cîte ori lumina intră lateral, mișcarea de circumnutație este cea care dă naștere sau se transformă în heliotropism și apheliotropism. În această ipoteză nu este nevoie să presupunem, în pofida oricărei analogii, că o lumină laterală oprește complet circumnutația ; ea nu face decît să excite planta în a-și modifica cîtva timp mișcarea în mod folositor. Existența tuturor gradațiilor posibile, între un mers în linie dreaptă spre o lumină laterală și un mers constînd dintr-o serie de bucle sau elipse, devine perfect de înțeles. În sfîrșit, transformarea circumnutației în heliotropism sau apheliotropism este îndeaproape analogă cu ceea ce se întîmplă cu plantele care dorm, care descriu în timpul zilei una sau mai multe elipse, mișcîndu-se adesea în linii în zigzag și făcînd mici bucle, deoarece cînd încep să adoarmă seara ele își cheltuiesc de asemenea toată energia pentru a-și face mersul rectiliniu și rapid. În cazul mișcărilor de somn, cauza de excitare sau de reglare este o diferență în intensitatea luminii venind de sus la diferite perioade în cele douăzeci și patru de ore, în vreme ce la mișcările heliotrope și apheliotrope este o diferență a intensității luminii de ambele părți ale plantei.

HELIOTROPISM LATERAL (AL LUI FRANK[5]) SAU DIAHELIOTROPISM

Motivul pentru care frunzele se așază mai mult sau mai puțin transversal față de lumină, cu suprafețele lor superioare îndreptate spre ea, a constituit în ultimul timp subiectul multor controverse. Aici nu ne referim la scopul mișcării, care fără îndoială că nu este ca suprafața lor superioară să poată fi pe deplin luminată, ci la mijlocul prin care această poziție este obținută. Cu greu se poate da un exemplu mai bun și mai simplu de diaheliotropism decît cel oferit de multe plantule ale căror cotiledoane sînt întinse orizontal. Atunci cînd ies pentru prima dată din învelișul seminței, ele sînt în contact între ele și stau în diferite poziții, adesea vertical în sus ; curînd ele se despart, ceea ce se face prin epinastie, care este, după cum am văzut, o formă modificată de circumnutație. După ce s-au îndepărtat complet între ele, își păstrează aproape aceeași poziție, cu toate că toată ziua ele erau puternic luminate de sus, cu suprafețele inferioare aproape de sol și astfel foarte umbrite. Există de aceea un mare contrast în gradul de luminare al suprafețelor superioare și inferioare și, dacă ar fi heliotrope, ele s-ar curba repede în sus. Nu trebuie totuși presupus că asemenea cotiledoane sînt imobilizate în mod definitiv într-o poziție orizontală. Atunci cînd plantulele sînt expuse în fața

[5] *Die natürliche waagerechte Richtung von Pflanzentheilen*, 1870. Vezi de asemenea unele articole interesante ale aceluiași autor, *Zur Frage über Transversal-Geo- und Heliotropismus*, „Bot. Zeitung", 1873, p. 73 și următoarele.

unei ferestre, hipocotilele lor, care sînt foarte heliotrope, se apleacă repede spre ea și suprafața superioară a cotiledoanelor lor încă mai rămîne expusă în unghi drept față de lumină; însă dacă hipocotilul este fixat așa încît să nu se poată curba, cotiledoanele însăși își schimbă poziția. Dacă cele două cotiledoane sînt puse în direcția luminii care pătrunde, cel mai îndepărtat de lumină se ridică în sus, și cel mai apropiat de ea adesea se apleacă în jos; dacă sînt puse transversal față de lumină, ele se răsucesc puțin lateral, așa încît în fiecare caz ele încearcă să-și orienteze suprafețele superioare în unghi drept față de lumină. Astfel, este notoriu cazul frunzelor de pe plante fixate cu cuie pe un zid, sau crescute în fața unei ferestre. O lumină moderată este suficientă pentru a provoca asemenea mișcări; tot ce este necesar este ca lumina să cadă constant într-o direcție oblică pe plante. În privința mișcării de răsucire de mai sus a cotiledoanelor, Frank a dat multe exemple mult mai izbitoare în cazul frunzelor de pe ramuri care fuseseră fixate în diverse poziții și apoi răsturnate.

În observațiile noastre asupra cotiledoanelor plantulelor, am fost adesea surprinși de poziția lor persistent orizontală din timpul zilei și, înainte de a fi citit lucrarea lui Frank, eram convinși că era necesară o explicație specială. De Vries[6] a arătat că o poziție mai mult sau mai puțin orizontală a frunzelor este influențată în majoritatea cazurilor de epinastie, de propria lor greutate și de apogeotropism. După ce se eliberează, un cotiledon sau o frunză, tinere, sînt aduse în jos în poziția lor normală prin epinastie, după cum s-a arătat mai sus, poziție care, după De Vries, continuă mult timp să acționeze asupra nervurilor mediane și pețiolurilor. Este dificil ca greutatea să aibă influență în cazul cotiledoanelor, în afară de cîteva cazuri care vor fi menționate îndată, însă așa este în cazul frunzelor mari și groase. În privința apogeotropismului, De Vries susține că, în general, ele intră în joc și vom da îndată cîteva dovezi indirecte. Credem însă că la aceste forțe constante precum și la altele, există în multe cazuri, nu însă în toate, o tendință predominantă ca frunzele și cotiledoanele să se așeze mai mult sau mai puțin transversal față de lumină.

În cazurile plantulelor expuse unei lumini laterale, cu hipocotilele imobilizate, la care ne-am referit mai sus, este imposibil ca epinastia, greutatea și apogeotropismul, fie în opoziție între ele, fie combinate, să fie cauza ridicării unuia dintre cotiledoane sau a aplecării celuilalt, deoarece forțele respective acționează în mod egal asupra ambelor; și întrucît epinastia, greutatea și apogeotropismul acționează toate într-un plan vertical, ele nu pot determina răsucirea pețiolurilor, care are loc la plantule în condițiile de iluminare de mai sus. Toate aceste mișcări depind evident într-un fel oarecare de oblicitatea luminii, însă nu pot fi numite heliotrope, întrucît aceasta implică curbarea înspre lumină; pe cînd cotiledoanele cele mai apropiate de lumină se apleacă într-o direcție opusă sau în jos și ambele se așază pe cît posibil în unghi drept față de lumină. Această mișcare merită de aceea un nume distinct. Întrucît cotiledoanele și frunzele oscilează încontinuu în sus și în jos, și totuși își păstrează în tot decursul zilei poziția lor firească, cu suprafețele superioare îndreptate transversal față de lumină și dacă sînt deplasate își reiau această poziție, diaheliotropismul trebuie considerat ca o formă modificată de circumnutație. Acest fapt era adesea evident atunci cînd se înregistrau mișcările cotiledoanelor care stăteau în fața unei ferestre. Vedem ceva analog în cazul frunzelor sau cotiledoanelor care dorm, dar care, după ce au oscilat în sus și în

[6] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1872, caiet II, p. 223–277.

jos în tot decursul zilei, seara tîrziu se ridică în poziție verticală, iar dimineața următoare se apleacă iarăși în poziția lor orizontală sau diaheliotropă, în opoziție directă față de heliotropism. Această revenire la poziția lor diurnă, care adesea necesită o mișcare într-un unghi de 90°, este analogă cu mișcarea frunzelor pe ramuri deplasate, care își redobîndesc poziția lor anterioară. Merită observat că orice forță, ca apogeotropismul, va acționa cu un grad diferit de forță [7] în diferitele poziții ale acelor frunze sau cotiledoane care oscilează considerabil în sus și în jos în cursul zilei; și totuși ele revin la poziția lor orizontală sau diaheliotropă.

Putem conchide de aceea că mișcările diaheliotrope nu pot fi pe deplin explicate prin acțiunea directă a luminii, gravitației, greutății etc. mai mult decît pot fi explicate mișcările nictitrope ale cotiledoanelor și frunzelor. În acest din urmă caz ele se așază astfel încît suprafețele lor superioare să poată radia noaptea cît mai puțin posibil în spațiu liber, adesea cu suprafețele superioare ale foliolelor opuse venind în contact. Aceste mișcări, care uneori sînt extrem de complicate, sînt reglate, cu toate că nu direct provocate, de alternanțele de lumină și întuneric. În cazul diaheliotropismului, cotiledoanele și frunzele se așază în așa fel încît suprafețele lor superioare să poată fi expuse la lumină, și această mișcare este reglată, cu toate că nu e determinată direct, de direcția de unde provine lumina. În ambele cazuri mișcarea constă din circumnutație modificată de către cauze înnăscute sau constituționale, în același fel ca la plantele cățărătoare, a căror circumnutație este sporită în amplitudine și devenită mai circulară sau de asemenea ca la cotiledoane și frunze foarte tinere care sînt astfel trase jos de epinastie într-o poziție orizontală.

Pînă acum nu ne-am referit decît la acele frunze și cotiledoane care ocupă o poziție permanent orizontală; însă multe stau mai mult sau mai puțin oblic și cîteva stau vertical în sus. Cauza acestor deosebiri de poziție este necunoscută, însă după părerea lui Wiesner, care va fi dată ulterior, este probabil ca unele frunze și cotiledoane să sufere dacă ar fi luminate din plin prin faptul că stau în unghi drept față de lumină.

Am văzut în capitolele al II-lea și al IV-lea că cotiledoanele și frunzele care noaptea nu-și schimbă suficient poziția ca să se poată spune că dorm seara se ridică de obicei puțin și se apleacă iarăși dimineața următoare, așa încît în timpul nopții stau într-o înclinație mai mare decît la mijlocul zilei. Este de necrezut ca o mișcare de ridicare de 2 sau 3°, ori chiar de 10 sau 20° să poată fi de vreun folos plantei, așa încît să fi fost special dobîndită. Ea trebuie să fie rezultatul vreunei modificări periodice în condițiile la care sînt supuse și nu poate exista vreo îndoială că ea constă din alternările zilnice de lumină și întuneric. De Vries afirmă, în lucrarea la care ne-am referit mai sus, că majoritatea pețiolurilor și a nervurilor mediane sînt apogeotrope [8]; iar apogeotropismul ar explica mișcarea de ridicare de mai sus, care este comună atîtor specii cu totul distincte, dacă presupunem că ea este învinsă de diaheliotropism la mijlocul zilei, atîta timp cît este important pentru plantă ca cotiledoanele și frunzele sale să fie pe deplin expuse la lumină. Ora

[7] Vezi nota anterioară în legătură cu observațiile lui Sachs asupra acestui subiect.

[8] După Frank (*Die nat. waagerechte Richtung von Pflanzentheilen*, 1870, p. 46), frunzele radicale ale multor plante ținute la întuneric se ridică în sus și devin chiar verticale; și așa este în unele cazuri cu lăstarii (vezi Rauwenhoff, „Archives Néerlandaises", vol. XII, p. 32). Aceste mișcări indică apogeotropism; însă atunci cînd organele au fost ținute mult timp la întuneric, cantitatea de apă și de substanțe minerale pe care le conțin este atît de mult modificată și creșterea lor normală este atît de mult tulburată încît este poate pripit de a deduce din mișcările lor ce s-ar întîmpla în condiții normale (vezi Godlewski, „Bot. Zeitung", 14 februarie 1879).

exactă de la care ele încep să se curbeze puțin în sus și amplitudinea mișcării vor depinde de gradul de sensibilitate față de gravitație și de capacitatea lor de rezistență la acțiunea ei la mijlocul zilei, precum și de amplitudinea mișcărilor lor obișnuite de circumnutație; și întrucît aceste calități se deosebesc mult la diferite specii, ne putem aștepta ca ora de după-amiază la care ele încep să se ridice să se deosebească mult la diferite specii, după cum este cazul. Totuși, vreun alt factor, în afară de apogeotropism, trebuie să intre în joc, fie direct, fie indirect, în această mișcare ascendentă. Astfel, o plantă tînără de bob (*Vicia faba*) crescînd într-un ghiveci mic a fost pusă în fața unei ferestre într-un clinostat; și noaptea frunzele s-au ridicat puțin, cu toate că acțiunea apogeotropismului fusese complet eliminată. Totuși ele nu s-au ridicat nici pe departe atît de mult noaptea ca atunci cînd au fost supuse apogeotropismului. Nu este posibil oare, sau chiar probabil, ca frunzele și cotiledoanele care s-au mișcat seara în sus, timp de generații fără număr, prin acțiunea apogeotropismului, să fi moștenit o tendință către această mișcare? Am văzut că hipocotilele multor leguminoase au moștenit dintr-o perioadă îndepărtată tendința de a se curba; și știm că mișcările de somn ale frunzelor sînt într-o oarecare măsură ereditare, independent de alternările de lumină și întuneric.

În observațiile noastre asupra circumnutației acelor cotiledoane și frunze care nu dorm noaptea nu am întîlnit aproape nici un caz distinct de curbarea lor seara și de ridicarea lor din nou dimineața —, și anume, de inversul mișcărilor tocmai discutate. Fără îndoială că asemenea cazuri există, întrucît frunzele multor plante dorm aplecîndu-se vertical în jos. Rămîne îndoielnic cum să explicăm puține cazuri observate. Frunzele tinere de *Cannabis sativa* se apleacă noaptea cu 30 și 40° sub orizontală, iar Kraus atribuie aceasta epinastici în legătură cu absorbția apei. Ori de cîte ori creșterea epinastică este viguroasă, ea poate înfrînge diaheliotropismul seara, cînd nu este important pentru plantă de a-și ține frunzele orizontale. Cotiledoanele de *Anoda wrightii*, ale unei varietăți de *Gossypium* și ale mai multor specii de *Ipomoea* rămîn seara orizontale cîtă vreme sînt foarte tinere; cînd îmbătrînesc puțin ele se apleacă puțin în jos, iar atunci cînd sînt mari și grele ele se apleacă atît de mult, încît intră în definiția noastră de somn. La *Anoda* și la unele specii de *Ipomoea* s-a dovedit că mișcarea descendentă nu a depins de greutatea cotiledoanelor; însă din faptul că mișcarea este cu atît de mult mai puternic pronunțată după ce cotiledoanele au crescut mari și grele, putem bănui că inițial greutatea lor a jucat un oarecare rol, determinînd ca modificarea mișcării de circumnutație să fie îndreptată în jos.

AȘA-NUMITUL SOMN DIURN AL FRUNZELOR, SAU PARAHELIOTROPISM

Aceasta este o altă categorie de mișcări, depinzînd de acțiunea luminii care sprijină într-o oarecare măsură părerea că mișcările descrise mai sus nu sînt decît indirect datorate acțiunii luminii. Ne referim la mișcările frunzelor și cotiledoanelor care atunci cînd sînt moderat luminate sînt diaheliotrope, însă care își schimbă poziția și își prezintă marginile spre lumină atunci cînd soarele le luminează puternic. Aceste mișcări au fost uneori numite somn diurn, însă ele se deosebesc complet în ceea ce privește scopul obținut din mișcările potrivit numite nictitrope; iar în unele cazuri poziția ocupată în timpul zilei este contrară celei din timpul nopții.

Se știe de multă vreme[9] că atunci cînd soarele lucește puternic pe foliolele de *Robinia*, acestea se ridică în sus și își expun marginile la lumină, pe cînd noaptea poziția lor este verticală în jos. Am observat aceeași mișcare cînd soarele lucea puternic pe foliolele unei *Acacia* australiene. Cele de *Amphicarpaea monoica* și-au întors marginile spre soare; și o mișcare aproape analogă a micilor foliole bazale, aproape rudimentare, de *Mimosa albida* era atît de rapidă încît putea fi văzută distinct cu o lupă. Primele frunze unifoliate, alungite de *Phaseolus roxburghii* era la ora 7 cu 20° deasupra orizontalei și fără îndoială că ulterior ele s-au aplecat puțin mai jos. La amiază, după ce fuseseră expuse timp de aproximativ 2 ore la un soare puternic, ele erau cu 56° deasupra orizontalei; atunci frunzele erau apărate de razele

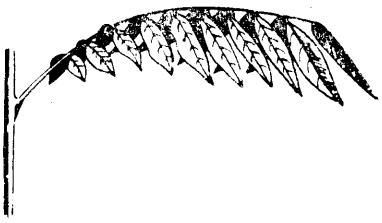


Fig. 180. — *Averrhoa bilimbi*. Frunze cu foliole aplecate după expunere la soare uneori însă, foliolele sînt mai aplecate decît se arată aici; figura mult redusă.

soarelui, însă ele au rămas bine luminate de sus, iar după 30 min ele se aplecaseră cu 40°, deoarece acum nu mai erau decît cu 16° deasupra orizontalei. Cîteva plante tinere de *Phaseolus hernandesii* fuseseră expuse la aceeași lumină puternică a soarelui și primele frunze late, unifoliate, stăteau acum aproape sau complet vertical, ca și multe dintre foliolele de pe frunzele secundare trifoliate; însă unele dintre foliole se răsuciseră în jurul propriilor lor axe chiar cu 90° fără să se ridice, așa încît să-și expună marginile către soare. Uneori foliolele de pe aceeași frunză s-au comportat în două feluri diferite, însă întotdeauna cu rezultatul că erau mai puțin intens luminate. Aceste plante au fost apoi ferite de soare și au fost examinate după $1^1/_2$ oră; și acum toate frunzele și foliolele își reluaseră poziția lor suborizontală obișnuită. Cotiledoanele arămii ale unor plantule de *Cassia mimosoides* erau orizontale dimineața, însă după ce au fost luminate de soare, fiecare se ridicase cu 15,50° deasupra orizontalei. În aceste diferite cazuri, mișcarea nu trebuie confundată cu închiderea bruscă a foliolelor de *Mimosa pudica*, care se poate observa, uneori, atunci cînd o plantă care a fost ținută într-un loc întunecat este brusc expusă la soare; deoarece în acest caz lumina pare să acționeze ca și cînd ar fi o atingere.

Din observațiile interesante ale prof. Wiesner, este probabil că mișcările de mai sus să fi dost dobîndite cu un scop special. Adesea clorofila din frunze este vătămată de o lumină prea intensă și prof. Wiesner[10] crede că ea este apărată prin mijloacele cele mai diverse, cum ar fi prezența perilor, materiei colorante etc. și printre alte mijloace și de faptul că frunzele își prezintă marginile către soare, așa încît atunci limburile foliare primesc mult mai puțină lumină. El a experimentat pe foliole tinere de *Robinia*, fixîndu-le într-o asemenea poziție încît nu puteau evita de a fi intens luminate, în timp ce altele au fost lăsate să se așeze oblic; și primele au început să sufere din cauza luminii în decursul a două zile.

În cazurile de mai sus, fie că se mișcă în sus, fie că se răsucesc lateral, așa încît își așază marginile în direcția luminii solare; de multă vreme însă Cohn a observat că foliolele de *Oxalis* se apleacă în jos atunci sînt expuse în plin soare. Am asistat la un caz izbitor al acestei mișcări la foliolele foarte mari de *O. ortogesii*. O mișcare similară poate fi adesea observată la foliolele de *Averrhoa bilimbi* (un reprezentant al *Oxalidie*-lor); și aci este reprezentată (fig. 180) o frunză pe care a căzut lumina soarelui. În capitolul anterior s-a dat o diagramă (fig. 134) reprezentînd oscilațiile prin care o foliolă s-a aplecat rapid în aceste condiții; și se poate vedea că mișcarea seamănă îndeaproape cu cea (fig. 133) prin care și-a luat poziția nocturnă. După cum ne informează prof. Batalin, într-o scrisoare datată din februarie 1879, un fapt interesant în legătură cu subiectul nostru de față este că foliolele de *Oxalis acetosella* pot fi expuse la soare multe săptămîni fără să sufere dacă sînt lăsate să se aplece; dacă

[9] În lucrarea sa *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 62, Pfeffer dă numele și anul mai multor autori mai vechi.

[10] *Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls*, etc. 1876. Pringsheim a observat recent la microscop distrugerea clorofilei în cîteva minute prin acțiunea luminii solare concentrată în prezența oxigenului. Vezi de asemenea Stahl despre apărarea clorofilei în contra luminii intense în „Bot. Zeitung", 1880.

această aplecare este însă împiedicată, ele își pierd culcarea și se veștejesc în 2—3 zile. Totuși durata unei frunze este de circa 2 luni, atunci cînd este supusă numai la lumină difuză, în care caz foliolele nu se apleacă niciodată în cursul zilei.

Deoarece mișcările ascendente ale foliolelor de *Robinia* și mișcările descendente ale celor de *Oxalis* s-au dovedit ca foarte folositoare acestor plante, atunci cînd sînt expuse luminii puternice a soarelui, pare probabil că ele au fost dobîndite cu scopul special de a evita o lumină prea intensă. Deoarece ar fi fost prea obositor să fi pîndit în toate cazurile de mai sus o ocazie corespunzătoare pentru a înregistra mișcarea frunzelor, atunci cînd erau expuse în plin la soare, nu am stabilit dacă parheliotropismul a constat întotdeauna din circumnutație modificată; însă cu siguranță că așa era la *Averrhoa* și probabil și la alte specii, deoarece frunzele lor circumnutau încontinuu.

CAPITOLUL AL IX-LEA

SENSIBILITATEA PLANTELOR LA LUMINĂ: TRANSMITEREA EFECTELOR

Foloasele heliotropismului — Plantele insectivore și cățărătoare nu sînt heliotrope — Același organ heliotrop la o anumită vîrstă, însă nu la o alta — Sensibilitatea extraordinară a unor plante la lumină — Efectele luminii nu corespund intensității ei — Efectele luminatului anterior — Timpul necesar acțiunii luminii — Efectele ulterioare ale luminii — Apogeotropismul acționează de îndată ce lumina scade — Exactitatea cu care plantele se apleacă spre lumină — Aceasta depinde de luminarea unei părți întregi a plantei — Sensibilitatea localizată și transmiterea efectelor ei — Modul de aplecare al cotiledoanelor de *Phalaris* — Rezultatele neiluminării vîrfurilor lor — Efectele transmise sub suprafața solului — Iluminarea laterală a vîrfului determină direcția încovoierii bazei — Cotiledoanele de *Avena*, încovoierea părților lor bazale datorită iluminatului părții superioare — Rezultate similare în cazul hipocotilelor de *Brassica* și *Beta* — Apheliotropismul radicular de *Sinapis*, datorită sensibilității vîrfurilor — Observații finale și rezumatul capitolului — Mijloacele prin care circumnutația a fost schimbată în heliotropism și apheliotropism.

Nimeni nu poate privi plantele care cresc pe un mal sau la marginea unei păduri dese fără a se îndoi de faptul că tulpinile și frunzele tinere se așază în așa fel încît frunzele să fie bine luminate. Ele sînt astfel în măsură să descompună bioxidul de carbon. Însă cotiledoanele [coleoptile] în formă de teacă ale unor graminee, ca cele de *Phalaris*, nu sînt verzi și conțin foarte puțin amidon; de unde putem deduce că ele nu descompun decît puțin bioxid de carbon sau chiar de loc. Cotiledoanele sînt totuși extrem de heliotrope; și aceasta le servește într-altfel, și anume călăuzindu-le de la semințele îngropate prin fisurile din sol sau prin masele de vegetație care le acoperă, înspre lumină și aer. Această ipoteză este întărită de faptul că la *Phalaris* și *Avena* prima frunză adevărată care este de un verde viu și care descompune, fără îndoială, bioxidul de carbon, nu prezintă aproape nici o urmă de heliotropism. Mișcările heliotrope ale multor alte plantule le ajută probabil în același fel să iasă din pămînt; întrucît apogeotropismul, prin el însuși, le-ar îndruma orbește în sus, împotriva oricărui obstacol care le acoperă.

Heliotropismul predomină atît de mult printre plantele superioare, încît există extrem de puține la care vreo parte — tulpină, peduncul floral, pețiol sau frunză — să nu se curbeze înspre o lumină laterală. *Drosera rotundifolia* este una dintre puținele plante ale căror frunze nu prezintă nici o urmă de heliotropism.

Și nici la *Dionaea* nu am constatat aceasta, cu toate că plantele nu au fost observate cu băgare de seamă. Sir J. Hooker a expus cîtva timp cornete de *Sarracenia* la o lumină laterală; ele nu s-au curbat însă spre ea[1]. Putem înțelege motivul pentru care aceste plante insectivore nu trebuie să fie heliotrope deoarece ele nu trăiesc mai ales prin descompunerea bioxidului de carbon; și pentru ele este mult mai important ca frunzele lor să ocupe cea mai bună poziție pentru a captura insecte, decît să fie expuse din plin la lumină.

Cîrceii, care constau din frunze sau alte organe modificate, precum și tulpiniie plantelor volubile sînt, după cum a observat Mohl acum multă vreme, rareori heliotrope; și aici putem iarăși vedea motivul, deoarece dacă s-ar fi mișcat spre o lumină laterală, ele s-ar fi îndepărtat de suporturile lor. Unii cîrcei sînt totuși heliotropi, ca de exemplu cei de *Bignonia capreolata* și de *Smilax aspera*; și tulpinile unor plante care se cațără prin mici rădăcini, ca cele de iederă și *Tecoma radicans* sînt de asemenea apheliotrope și găsesc astfel un suport. Pe de altă parte, frunzele majorității plantelor cățărătoare sînt heliotrope; nu am putut descoperi nici un semn de asemenea mișcare la cele de *Mutisia clematis*.

Întrucît heliotropismul este atît de larg predominant și cum plantele volubile sînt răspîndite prin toată seria vasculară, absența aparentă a oricărei tendințe la tulpinile lor de a se apleca spre lumină ne pare un fapt atît de remarcabil, încît merită o cercetare suplimentară, deoarece aceasta implică faptul că heliotropismul poate fi ușor determinat. Atunci cînd plante volubile sînt expuse la o lumină laterală, tulpinile lor continuă să se învîrtească sau să circumnuteze în jurul aceluiași punct, fără vreo aplecare evidentă înspre lumină; ne-am gîndit însă că am putea detecta vreo urmă de heliotropism, comparînd viteza medie prin care tulpinile s-au mișcat înspre și dinspre lumină în decursul rotațiilor consecutive[2]. Trei plante tinere (înalte de circa 30 cm) de *Ipomoea coerulea* și patru de *I. purpurea*, crescînd în ghivece separate, au fost puse pe o zi luminoasă în fața unei ferestre spre nord-est, într-o cameră de altfel întunecată, vîrfurile tulpinilor rotindu-se spre fereastră. S-au înregistrat momentele cînd vîrful fiecărei plante era îndreptat direct de partea opusă ferestrei și, de asemenea, cînd era îndreptat înspre ea. Aceasta s-a continuat de la ora 6,45 pînă puțin după ora 14, la 17 iunie. După cîteva observații am conchis că am putea aprecia fără grijă timpul necesitat de fiecare semicerc, cu o eroare de cel mult 5 min. Cu toate că viteza mișcării în diferite părți ale aceleiași rotații a variat considerabil, totuși 22 de semicercuri înspre lumină au fost completate fiecare într-o medie de 73,95 min, iar 22 de semicercuri de partea opusă luminii, fiecare în 73,5 min. Se poate spune de aceea că ele s-au deplasat înspre și dinspre lumină cu exact aceeași viteză medie; cu toate că exactitatea rezultatului a fost probabil parțial întîmplătoare. Seara tulpinile nu erau cîtuși de puțin aplecate înspre fereastră. Pare totuși să existe o urmă de heliotropism, deoarece la 6 din cele 7 plante primul semicerc dinspre lumină, descris dis-de-dimineață după ce au stat la întuneric în timpul nopții, devenind astfel probabil mai sensibile, a necesitat puțin mai mult timp, iar primul semicerc înspre lumină un timp considerabil mai scurt decît în medie. Astfel, la toate 7 plante luate

[1] După F. Kurtz („Verhandl. des Bot. Vereins der Provinz Brandenburg", vol. XX, 1878), frunzele sau cornetele de *Darlingtonia californica* sînt puternic apheliotrope. Noi nu am reușit să descoperim această mișcare la o plantă pe care am avut-o pentru scurt timp.

[2] Din nefericire, cîteva afirmații eronate asupra acestui subiect au fost date în *The Movements and Habits of Climbing Plants*, 1875, p. 28, 32, 40 și 53. S-au tras concluzii dintr-un număr insuficient de observații, deoarece nu cunoaștem viteza inegală cu care se deplasează uneori tulpinile și circeii plantelor cățărătoare, în diferite părți ale aceleiași rotații.

împreună timpul mediu al primului semicerc dimineața, dinspre lumină, a fost de 76 de ore și 8 min în loc de 73 de ore și 5 min, care este media tuturor semicercurilor în partea opusă luminii din timpul zilei; iar media primului semicerc înspre lumină a fost de numai 63 de ore și 1 min, în loc de 73 de ore și 95 de min cît era media tuturor semicercurilor înspre lumină din timpul zilei.

Observații similare au fost făcute pe *Wistaria sinensis* și media a 9 semicercuri opuse luminii a fost de 117 minute, iar a 7 semicercuri înspre lumină de 122 min și această diferență nu depășește limita probabilă de eroare. În timpul a trei zile de expunere, lăstarul nu s-a aplecat de loc înspre fereastra, în fața căreia stătea. În acest caz, primul semicerc opus luminii a necesitat în fiecare zi dis-de-dimineață ceva *mai puțin* timp pentru executare decît primul semicerc dinspre lumină; și, dacă nu este întîmplător, acest rezultat pare să indice că lăstarii păstrează o urmă a unei tendințe inițiale apheliotrope. La *Lonicera brchypaoda* semicercurile dinspre și înspre lumină s-au deosebit considerabil ca timp; întrucît 5 semicercuri dinspre lumină au necesitat în medie 202 ore și 4 min iar 4 semicercuri înspre lumină 229 de ore și 5 min, însă lăstarul s-a mișcat foarte neregulat, iar în aceste condiții observațiile au fost mult prea puține.

Este remarcabil că aceeași parte de pe aceeași plantă poate fi influențată de lumină într-un mod cu totul diferit la vîrste diferite și după cît se pare în anotimpuri diferite. Tulpinile hipocotiledonate de *Ipomoea coerulea* și *purpurea* sînt extrem de heliotrope, în vreme ce tulpinile plantelor mai bătrîne, înalte de numai aproximativ 30 cm sînt, după cum tocmai am văzut, aproape complet insensibile la lumină. Sachs afirmă (și noi am observat același fapt) că hipocotilele de iederă (*Hedera helix*) sînt puțin heliotrope, pe cînd tulpinile plantelor crescute pînă la o înălțime de cîțiva centimetri devin atît de puternic apheliotrope, încît se apleacă în unghi drept de partea opusă luminii. Totuși, unele plante tinere care s-au comportat în acest fel la începutul verii au devenit iarăși distinct heliotrope la începutul lui septembrie și mersul în zigzag al tulpinilor lor, pe măsură ce se aplecau încet înspre fereastra spre nord-est, a fost înregistrat timp de 10 zile. Tulpinile plantelor foarte tinere de *Tropaeolum majus* sînt foarte heliotrope, în vreme ce, după Sachs, cele ale plantelor mai bătrîne sînt puțin apheliotrope. În toate aceste cazuri, heliotropismul tulpinilor foarte tinere servește pentru a expune cotiledoanele sau atunci cînd cotiledoanele sînt hipogeice, primele frunze adevărate, în plină lumină; iar pierderea acestei capacități de către tulpinile mai bătrîne sau faptul că devin apheliotrope este în legătură cu obiceiul lor de a se cățăra.

Majoritatea plantulelor sînt puternic heliotrope, și fără îndoială că este un mare avantaj pentru ele în lupta pentru existență de a-și expune cotiledoanele la lumină cît de repede și de deplin posibil, în scopul de a obține bioxid de carbon. În primul capitol s-a arătat că majoritatea plantulelor circumnutează mult și rapid și, deoarece heliotropismul constă din circumnutație modificată, sîntem tentați să privim marea dezvoltare a acestor două capacități la plantule ca intim legate. Nu știm dacă există vreo plantă care circumnutează încet și în mică măsură și totuși este foarte heliotropă; există însă mai multe, ceea ce nu este surprinzător, care circumnutează mult și nu sînt de loc sau numai foarte puțin heliotrope. *Drosera rotundifolia* este un excelent exemplu pentru asemenea cazuri. Stolonii de căpșun circumnutează aproape ca și tulpinile plantelor cățărătoare și nu sînt cîtuși de puțin influențate de o lumină moderată; însă atunci cînd vara tîrziu sînt expuse la o lumină ceva mai puternică, ele devin ușor heliotrope; după Hugo De Vries, ele sînt apheliotrope la lumina soarelui. Plantele cățărătoare circumnu-

tează mult mai larg decît oricare altă plantă și totuși nu sînt cîtuși de puțin heliotrope.

Cu toate că tulpinile majorității plantulelor sînt puternic heliotrope, cîteva sînt însă numai puțin heliotrope, fapt căruia nu-i putem atribui vreun motiv. Așa este cu hipocotilul de *Cassia tora* și am fost izbiți de același fapt la alte cîteva plantule, ca de exemplu la cele de *Reseda odorata*. În privința gradului de sensibilitate a varietăților mai sensibile, s-a arătat în capitolul anterior că plantulele mai multor specii, așezate în fața unei ferestre spre nord-est, apărate de mai multe storuri și expuse din spate la lumina difuză a camerii, s-au mișcat cu o siguranță fără greș înspre fereastră, deși era imposibil de a aprecia [acest lucru] altfel decît după umbra proiectată de un creion vertical pe un carton alb, de care parte intra cea mai multă lumină, așa încît surplusul [de lumină] de una din părți trebuie să fi fost extrem de mic.

Un ghiveci cu plantule de *Phalaris canariensis*, care fuseseră crescute la întuneric, a fost pus într-o cameră complet întunecată, la 3,60 m de o lampă foarte mică. După 3 ore cotiledoanele erau îndoielnic aplecate înspre lumină, iar după 7 ore și 40 min de la prima expunere ele erau toate evident, deși puțin, aplecate înspre lumină. Or, la această distanță de 3,60 m lumina era atît de slabă încît nu puteam vedea plantulele și nici citi marile cifre romane pe cadranul alb al unui ceas și nici vedea o linie de creion pe hîrtie, însă de-abia puteam distinge o linie trasă cu tuș. Este surprinzător că nici o umbră vizibilă pe un carton alb nu era proiectată de un creion ținut vertical; de aceea asupra plantulelor a acționat o diferență în iluminatul celor două părți ale lor, pe care ochiul omului nu o putea distinge. Într-un alt caz a acționat o lumină chiar și mai mică, întrucît cîteva cotiledoane de *Phalaris* s-au aplecat puțin spre aceeași lampă ținută la o distanță de 6 m; la această distanță nu puteam vedea un punct rotund cu diametrul de 2,29 mm făcut cu tuș pe hîrtie albă, cu toate că de-abia puteam vedea un punct cu diametrul de 3,56 mm; totuși un punct de prima dimensiune pare mare văzut la lumină [3].

Am încercat să vedem apoi care este cea mai mică rază de lumină care ar acționa deoarece aceasta este în legătură cu lumina servind drept călăuză plantulelor cînd ies printr-un sol fisurat sau plin de obstacole. Un ghiveci cu plantule de *Phalaris* a fost acoperit cu un vas de tablă, avînd într-o parte o gaură circulară cu un diametru de 1,23 mm; și cutia a fost pusă în fața unei lămpi cu parafină, iar într-o altă ocazie în fața unei ferestre; și, în ambele cazuri, după cîteva ore plantulele erau evident aplecate înspre mica gaură.

A fost făcută o încercare mai concludentă; cotiledoanele de *Phalaris* (care germinează la întuneric) au fost introduse în mici tuburi de sticlă foarte subțire, închise la capetele superioare și acoperite cu lac negru în care abia au putut să intre pe o parte numai dungi subțiri de lac care fuseseră anterior rase și îndepărtate, prin care lumina putea să intre; iar dimensiunile lor au fost măsurate ulterior la microscop. Ca experiență de control s-au încercat tuburi similare nelăcuite și transparente; acestea nu au împiedicat cotiledoanele să se aplece înspre lumină. Două cotiledoane au fost așezate în fața unei ferestre spre sud-vest, din care una era luminată printr-o dungă făcută în lac lată de numai 0,1 mm și lungă de 0,4 mm, iar cealaltă de o dungă lată de 0,2 mm și lungă de 1,5 mm. Plantulele

[3] Strasburger spune (*Wirkung des Lichtes auf Schwärmsporen*, 1878, p. 52) că sporii de *Haematococcus* se mișcau spre o lumină care de-abia permitea să se citească un caracter de tipar de dimensiune mijlocie.

au fost examinate după o expunere de 7 ore și 40 min și s-a constatat că se aplecaseră evident înspre lumină. În același timp alte cîteva cotiledoane au fost tratate la fel, numai că micile dungi erau îndreptate nu spre cer, ci în așa fel încît să nu primească decît lumina difuză din cameră; și aceste cotiledoane nu s-au aplecat cîtuși de puțin. Alte șapte cotiledoane au fost luminate prin dungi înguste, însă relativ lungi, rase în învelișul de lac — anume late de 0,25 mm — 0,6 mm și lungi de 0,375—0,75 mm; și toate s-au aplecat spre partea din care lumina intra prin dungi, dacă acestea erau îndreptate spre cer sau spre o parte a camerei. Ni se pare surprinzător ca lumina trecînd printr-o gaură lată de numai 0,1 mm și lungă de 0,4 mm să producă o curbare.

Înainte de a ști sensibilitatea extremă la lumină a *cotiledoanelor de Phalaris*, am încercat să înregistrăm circumnutația lor la întuneric, cu ajutorul unei mici lumînări de ceară ținută un minut sau două la fiecare observație în aproape aceeași poziție, puțin la stînga, în fața plăcii verticale de sticlă pe care se înregistra desenul. Plantulele au fost astfel observate de șaptesprezece ori în cursul zilei, la intervale între o jumătate și trei sferturi de oră; și seara tîrziu am fost mirați să găsim că toate cele 29 de cotiledoane erau mult aplecate și îndreptate spre placa verticală de sticlă, puțin la stînga, unde fusese ținută lumînarea. Desenele înregistrate arătau că ele se deplasaseră în linii în zigzag. Astfel, o expunere la o lumină slabă pentru scurt timp, la intervalele specificate mai sus, a fost suficientă pentru a provoca un heliotropism bine pronunțat. Un caz analog a fost observat la hipocotilele de *Solanum lycopersicum*. La început am atribuit în fiecare caz acest rezultat efectelor ulterioare ale luminii, însă de cînd am citit observațiile lui Wiesner [4], la care ne vom referi în ultimul capitol, nu ne putem îndoi că o lumină intermitentă este mai eficace decît una continuă, deoarece plantele sînt deosebit de sensibile oricărui contrast în amplitudinea luminii.

Cotiledoanele de *Phalaris* se apleacă mult mai încet spre o lumină foarte slabă decît spre una puternică. Astfel, în experiențele cu plantule puse într-o cameră întunecată, la 3,60 m de o lampă foarte mică, ele s-au aplecat îndoielnic și de-abia perceptibil spre ea, după 3 ore, și numai puțin dar evident după 4 ore. După 8 ore și 40 min coardele arcurilor lor erau aplecate pe partea opusă perpendicularei, formînd cu ea un unghi mediu de numai 16°. Dacă lumina ar fi fost puternică, ele s-ar fi aplecat mai mult între 1 și 2 ore. S-au făcut mai multe încercări cu plantule puse la diferite distanțe de o mică lampă, într-o cameră întunecată; nu vom da însă decît o singură încercare. Șase ghivece au fost așezate la distanțe de 0,60, 1,20, 2,40, 4,80 și 6 metri de la lampă, în fața căreia au fost lăsate timp de 4 ore. Întrucît lumina descrește în proporție geometrică, plantulele din al doilea ghiveci au primit 1/4, cele dintr-al treilea ghiveci 1/16, cele dintr-al patrulea 1/36, cele dintr-al cincilea 1/64 și cele dintr-al șaselea 1/100 din lumina primită de către plantulele din primul sau cel mai apropiat ghiveci. De aceea ar fi trebuit să se prevadă că va exista o deosebire imensă în gradul de curbare heliotropă în diferitele ghivece; și există o diferență bine pronunțată între cele care stăteau cel mai aproape și cel mai departe de lampă, însă deosebirea între fiecare pereche consecutivă de ghivece era extrem de mică. Pentru a evita prejudecata părtinitoare, am cerut la trei persoane, care nu știau nimic despre experiențe, să aranjeze ghivecele după gradul de curbare al cotiledoanelor. Prima

[4] „Sitz. der K. Akad. der Wissensch.", Viena, ianuarie 1880, p. 12.

persoană le-a aranjat în ordinea corespunzătoare, însă a rămas mult timp nedecisă în legătură cu ghivecele de la 3,60, și 4,80 metri; totuși, aceste două au primit lumină în proporție de 36 la 64. A doua persoană le-a aranjat cum trebuie, a stat însă la îndoială între ghivecele de la 2,40 și 3,60 metri, care au primit lumină în proporție de 16 la 36. A treia persoană le-a aranjat în ordine greșită și s-a îndoit de patru din ghivece. Această dovadă arată în mod concludent cît de puțin s-a deosebit curbarea plantulelor din ghivecele consecutive, în comparație cu marea diferență de cantitatea de lumină pe care au primit-o; și trebuie observat că nu a existat vreun surplus de lumină de prisos, deoarece, chiar în cel mai apropiat ghiveci, cotiledoanele nu s-au aplecat decît puțin și încet. Aproape de-al șaselea ghiveci, la o distanță de 6 m de lampă, lumina de-abia ne-a permis să distingem un punct cu diametrul de 3,56 mm, făcut cu tuș pe hîrtie albă, însă nu un punct cu diametrul de 2,29 mm.

Gradul de curbare al cotiledoanelor de *Phalaris* într-un timp dat nu depinde numai de cantitatea de lumină laterală pe care ele o pot primi atunci, ci de cea pe care au primit-o anterior de sus și din toate părțile. Fapte analoge au fost date privind mișcările nictitrope și periodice ale plantelor. Dintre două ghivece conținînd plantule de *Phalaris* care germinaseră la întuneric, una a mai fost ținută în întuneric, iar cealaltă a fost expusă (la 26 septembrie) la lumină într-o seră, pe o zi înnorată și în următoarea dimineață luminoasă. În această dimineață (în 27) la ora 10,30, ambele ghivece au fost puse într-o cutie înnegrită în interior și deschisă în față, înaintea unei ferestre spre nord-est, apărate printr-un stor de pînză și muselină și printr-un prosop, așa încît nu a pătruns decît puțină lumină, deși cerul era luminos. Ori de cîte ori au fost examinate ghivecele, aceasta s-a făcut cît mai repede posibil și cotiledoanele au fost ținute atunci transversal față de lumină, așa încît curbarea lor nu putea fi în acest fel nici mărită, nici micșorată. După 50 min, plantulele care fuseseră ținute anterior la întuneric erau poate aplecate, iar după 70 min cu siguranță aplecate, cu toate că numai puțin, înspre fereastră. După 85 de minute cîteva dintre plantulele care anterior fuseseră luminate erau poate puțin influențate, iar după 100 min cîteva dintre cele mai tinere erau cu siguranță puțin aplecate spre lumină. În acel moment (adică după 100 min) exista o diferență evidentă în aplecarea plantulelor din cele două ghivece. După 2 ore și 12 min coardele arcurilor a patru dintre plantulele cele mai puternic aplecate din fiecare ghiveci au fost măsurate și unghiul mediu față de perpendiculara celor care anterior fuseseră ținute la întuneric era de 19°, iar unghiul celor care anterior fuseseră luminate de numai 7°. Și această diferență nu s-a micșorat în decursul altor două ore. Ca un control, plantulele din ambele ghivece au fost apoi puse la întuneric complet timp de două ore, pentru ca apogeotropismul să acționeze asupra lor; și cele din ghiveciul în care erau puțin aplecate s-au îndreptat aproape complet în acest timp, pe cînd cele mai aplecate din celălalt ghiveci au rămas încă evident aplecate.

După două zile experiența a fost repetată, cu singura deosebire că chiar mai puțină lumină a fost lăsată să intre prin fereastră, întrucît era apărată de stor de pînză și muselină și de două prosoape; de altfel cerul era mai puțin luminos.

Rezultatul a fost același ca mai înainte, numai că totul a avut loc puțin mai încet. Plantulele care fuseseră ținute mai înainte la întuneric nu se aplecaseră cîtuși de puțin după 54 min, însă erau aplecate după 70 min. Cele care anterior fuseseră luminate nu au fost de loc influențate pînă după trecerea a 130 min, iar apoi numai puțin. După 145 de minute unele dintre plantulele din acest din urmă

ghiveci erau cu siguranță aplecate înspre lumină; și acum exista o deosebire evidentă între cele două ghivece. După 3 ore și 45 min coardele a trei plantule din fiecare ghiveci au fost măsurate și unghiul mediu față de perpendiculară era de 16° pentru cele din ghiveciul care fusese ținut anterior la întuneric și numai de 5° pentru cele care anterior fuseseră luminate.

Curbarea cotiledoanelor de *Phalaris* spre o lumină laterală este cu siguranță influențată de gradul în care au fost luminate anterior. Vom vedea îndată că influența luminii asupra aplecării lor continuă un scurt timp după ce lumina a fost stinsă. Aceste fapte, precum și cel că curbarea nu crește sau nu descrește de loc în aceeași proporție cu cea a cantității de lumină pe care o primesc, după cum se vede din experiențele cu plantele în fața lămpii, toate indică faptul că lumina acționează asupra lor ca un stimul, oarecum în același fel ca și asupra sistemului nervos al animalelor, și nu direct asupra celulelor sau asupra pereților celulelor care prin contracția și destinderea lor produc curbarea.

Întîmplător s-a arătat mai sus cît de încet cotiledoanele de *Phalaris* se apleacă spre o lumină foarte slabă; atunci cînd au fost așezate însă în fața unei lămpi de parafină, toate vîrfurile li s-au aplecat în unghi drept spre ea în 2 ore și 20 min. Dimineața hipocotilele de *Solanum lycopersicum* se aplecaseră în unghi drept către o fereastră spre nord-est. La ora 13 (în 21 oct.) ghiveciul a fost întors, așa încît acum plantulele erau îndreptate dinspre lumină, însă la ora 17 ele își inversaseră curbarea și erau iarăși îndreptate înspre lumină. Ele trecuseră astfel printr-un unghi de 180° în 4 ore, după ce dimineața trecuseră mai înainte printr-un unghi de circa 90°. Inversarea primei jumătăți a curbării trebuie să fi fost însă ajutată de apogeotropism. Cazuri similare au fost observate la alte plantule, de exemplu la cele de *Sinaps alba*.

Am încercat să stabilim în cît de scurt timp lumina acționează asupra cotiledoanelor de *Phalaris*, ceea ce era greu din cauza mișcării lor rapide de circumnutație; de altfel ele se deosebesc mult ca sensibilitate, în funcție de vîrstă; unele din observațiile noastre merită totuși să fie date. Ghivece cu plantule au fost puse la un microscop prevăzut cu un micrometru ocular, la care fiecare diviziune era egală cu 0,051 mm; și la început ele au fost luminate de o lampă de parafină, a cărei lumină trecea printr-o soluție de bicromat de potasiu, care nu produce heliotropism. În acest fel, direcția în care cotiledoanele circumnutau putea fi observată independent de vreo acțiune a luminii și puteau fi făcute, rotind ghivecele cu 180°, să circumnuteze transversal față de linia de unde le-ar veni lumina, de îndată ce soluția este îndepărtată. Faptul că direcția mișcării de circumnutație se poate schimba în orice moment, și că planta s-ar apleca astfel fie înspre lampă, fie dinspre ea, independent de acțiunea luminii, a dat rezultatelor un element de incertitudine. După ce soluția fusese îndepărtată, cinci plantule care circumnutau transversal față de linia luminii au început să se miște înspre ea în 6, 4, 7, 5, 6 și 9 min. Într-unul din aceste cazuri, vîrful cotiledonului a parcurs cinci din diviziunile micrometrului (0,254 mm) înspre lumină în 3 min. Din două platule care se mișcau direct spre partea opusă luminii atunci cînd soluția a fost îndepărtată, una a început să se miște înspre ea în 13 min, iar cealaltă în 15 minute. Această ultimă plantulă a fost observată mai bine de o oră și a continuat să se miște înspre lumină; la un moment dat ea a străbătut 5 diviziuni de micrometru (0,254 mm) în 2 ore și 30 min. În toate aceste cazuri viteza mișcării înspre lumină a fost extrem de inegală și cotiledoanele au rămas adesea aproape nemișcate timp de cîteva minute, iar două dintre ele s-au mișcat puțin în sens invers. O altă

plantulă care circumnuta transversal față de linia luminii s-a mișcat înspre ea în 4 min, după ce soluția a fost îndepărtată; ea a rămas apoi staționară timp de 10 min, apoi a parcurs 5 diviziuni de micrometru în 6 min și apoi 8 diviziuni în 11 min; Această viteză inegală a mișcării, întreruptă de pauze și la început de retrogresiuni ocazionale, corespunde bine cu concluzia noastră că heliotropismul constă din circumnutația modificată.

Pentru a observa cît de mult durează efectele ulterioare ale luminii, un ghiveci cu plantule de *Phalaris*, care germinaseră la întuneric, a fost așezat la ora 10,40 în fața unei ferestre spre nord-est, fiind ferit de lumină de toate celelalte părți, și mișcarea unui cotiledon a fost înregistrată pe o placă orizontală de sticlă. În primele 24 de ore ea circumnutat cam în același spațiu, iar în decurs de o oră și 33 min s-a mișcat rapid înspre lumină. Lumina a fost acum (adică după o oră și 57 min) complet exclusă, însă cotiledonul a continuat să se aplece în aceeași direcție ca și mai înainte, cu siguranță timp de mai bine de 15 min probabil circa 27 min. Îndoiala a apărut din nevoia de a nu examina des plantulele, expunîndu-le astfel, deși numai pentru o clipă, la lumină. Aceeași plantulă a fost acum la întuneric pînă la ora 15, 18, redobîndindu-și prin geotropism poziția ei verticală inițială cînd a fost iarăși expusă la lumina unui cer înnorat. La ora 15 ea parcursese o distanță foarte mică înspre lumină, însă în decursul următoarelor 45 min ea s-a deplasat repede înspre ea. După această expunere de o oră și 27 min la un cer relativ întunecat, lumina a fost iarăși complet exclusă, însă cotiledoanele au continuat să se aplece timp de 14 minute în aceeași direcție ca și mai înainte, cu o foarte mică limită de eroare. Ea a fost pusă apoi la întuneric și acum ea s-a mișcat înapoi, așa că după o oră și 27 min, ea se găsea aproape de unde pornise la ora 14,18. Aceste observații arată că, după ce sînt expuse la o lumină laterală, cotiledoanele de *Phalaris* continuă să se aplece în aceeași direcție, însă între un sfert și o jumătate de oră.

În cele două experiențe de mai sus, cotiledoanele s-au mișcat îndărăt sau dinspre fereastră scurt timp după ce au fost supuse la întuneric; și pe cînd înregistram circumnutația diferitelor feluri de plantule expuse la o lumină laterală, am observat de repetate ori că seara tîrziu, pe măsură ce lumina descrește, ele se mișcau dinspre ea. Acest fapt este arătat în unele dintre diagramele din capitolul precedent. Am dorit de aceea să aflăm dacă aceasta se datora în întregime apogeotropismului sau dacă, după ce s-a aplecat înspre lumină, un organ a tins, din vreo altă cauză, să se aplece dinspre ea, deîndată ce lumina a slăbit. În consecință, două ghivece cu plantule de *Phalaris* și un ghiveci cu plantule de *Brassica* au fost expuse timp de 8 ore în fața unei lămpi de parafină, cînd cotiledoanele primelor și hipocotilele ultimelor erau aplecate în unghi drept înspre lumină. Ghivecele au fost puse acum repede orizontal, așa încît părțile superioare ale cotiledoanelor și ale hipocotiledoanelor a 9 plantule proeminau vertical în sus, după cum s-a dovedit printr-un fir cu plumb. În această poziție, geotropismul nu putea acționa asupra lor și dacă ele ar fi avut vreo tendință de a se îndrepta sau de a se apleca în opoziție față de curbarea lor heliotropă anterioară, aceasta s-ar fi manifestat, deoarece la început apogeotropismul i s-ar fi opus foarte puțin. Ele au fost ținute la întuneric timp de 4 ore, în care timp au fost observate de două ori; nu s-a putut detecta însă nici o aplecare uniformă în opoziție față de curbarea lor heliotropă anterioară. Am spus aplecare *uniformă*, întrucît ele circumnutau în noua lor poziție și după 2 ore ele erau aplecate în diferite direcții (între 4 și 11°) față de perpendiculară. Direcțiile lor de asemenea s-au schimbat după alte 2 ore și iarăși în

dimineața următoare. De aceea putem conchide că aplecarea înapoi a plantelor dinspre lumină cînd aceasta slăbește sau se stinge este datorată în întregime apogeotropismului [5].

În diferitele noastre experiențe am fost adesea izbiți de exactitatea cu care plantulele erau îndreptate înspre lumină, deși în mică măsură; pentru a verifica aceasta, multe plantule de *Phalaris*, care germinaseră la întuneric într-o cutie foarte îngustă, lungă de mai multe zeci de centimetri, au fost puse într-o cameră întunecoasă, aproape de o lampă cu un mic fitil cilindric sau în fața acesteia. Cotiledoanele de la cele două capete ale cutiei și din partea ei centrală vo trebui de aceea să se aplece în direcții cu totul diferite pentru a fi îndreptate înspre lumină. După ce [plantulele] s-au aplecat în unghi drept, două persoane au întins un fir lung de ață albă aproape deasupra și paralel mai întîi cu un cotiledon și apoi cu un altul; și s-a constatat că în aproape fiecare caz firul întretaie micul fitil circular al lămpii acum stinsă. După cum puteam aprecia, devierea de la direcția exactă nu a depășit niciodată un grad sau două. La început această exactitate extremă părea surprinzătoare; de fapt însă nu era așa, deoarece o tulpină cilindrică verticală, oricare i-ar fi poziția față de lumină, ar avea exact jumătate din circumferința sa luminată și jumătate în umbră și, deoarece diferența în luminatul celor două părți este cauza care provoacă heliotropismul, un cilindru s-ar apleca în mod natural cu multă exactitate înspre lumină; secțiunea cotiledoanelor de *Phalaris* nu este însă cilindrică ci ovală, iar axa mai lungă față de cea mai scurtă (la cotiledonul măsurat) era în proporție de 100 la 70. Totuși nu s-a putut constata nici o deosebire în exactitatea aplecării lor, fie că stăteau cu partea lată sau îngustă spre lumină, sau în vreo poziție intermediară; și așa a și fost cu cotiledoanele de *Avena sativa* care au de asemenea o secțiune ovală. Or, puțină gîndire va arăta că, oricare ar fi poziția cotiledoanelor, va exista o linie de maximă iluminare, exact opusă luminii și de fiecare parte a acestei linii se va primi aceeași cantitate de lumină; dacă însă ovalul stă oblic față de lumină, aceasta va fi difuzată pe o mai mare suprafață de una din părțile liniei centrale decît de cealaltă parte. Putem de aceea deduce că aceeași cantitate de lumină, fie că este difuzată pe o suprafață mai mare, fie că este concentrată pe una mai mică, produce exact același efect; întrucît cotiledoanele din cutia lungă și îngustă stăteau în tot felul de poziții față de lumină, totuși toate erau îndreptate de fapt înspre ea.

Prin efectele vopsirii longitudinale cu tuș a unei părți a cinci cotiledoane de *Phalaris*, s-a arătat că aplecarea cotiledoanelor înspre lumină depinde de luminatul unei întregi părți sau de întunecarea întregii părți opuse și nu de influențarea unei zone longitudinale din linia luminii. Cotiledoanele de mai sus au fost puse apoi pe o masă în apropierea unei ferestre spre sud-est și jumătatea vopsită a fost îndreptată fie spre dreapta, fie spre stînga. Rezultatul a fost că în loc de a se apleca într-o linie directă înspre fereastră, ele erau aplecate dinspre fereastră și înspre partea nevopsită, în următoarele unghiuri: 35, 83, 31, 43° și 39°. Trebuie notat că era aproape imposibil de vopsit exact o jumătate și de a așeza toate plantulele ovale în secțiune în absolut aceeași poziție față de lumină, ceea ce va explica deosebirile dintre unghiuri. Cinci cotiledoane de *Avena* au fost de asemenea vopsite în același mod, însă cu mai multă grijă; și ele s-au aplecat lateral de linia ferestrei

[5] Dintr-un citat din Wiesner (*Die Undulierende Nutation der Internodien*, p. 7), se pare că H. Müller, din Thurgau, a constatat că o tulpină care se apleacă heliotropic încearcă în același timp, prin apogeotropism, să se ridice într-o poziție verticală.

înspre partea nevopsită în următoarele unghiuri: 44, 44, 55, 51 și 57°. Aplecarea cotiledoanelor dinspre fereastră este de înțeles, întrucît întreaga parte nevopsită trebuie să fi primit ceva lumină, în vreme ce partea opusă, vopsită, nu a primit de loc; însă o zonă îngustă de pe partea nevopsită direct în fața ferestrei trebuie să fi primit cea mai multă lumină, iar toate părțile din spate (în secțiune pe jumătate ovale) din ce în ce mai puțină lumină, în grade variabile; și putem conchide că unghiul de aplecare este rezultanta acțiunii luminii asupra întregii părți nevopsite.

Ar fi trebuit să se stabilească dinainte că vopsirea cu tuș nu vatămă plantele, cel puțin timp de mai multe ore; și nu le putea vătăma decît oprindu-le respirația. Pentru a stabili dacă ele erau astfel repede vătămate, jumătățile superioare a 8 cotiledoane de *Avena* au fost gros acoperite cu o substanță transparentă — 4 cu gumă arabică și 4 cu gelatină; ele au fost puse dimineața în fața unei ferestre și seara ele se aplecaseră normal înspre lumină, deși stratul aplicat consta acum din cruste uscate de gumă arabică și gelatină. De altfel, dacă plantulele care erau vopsite longitudinal cu tuș ar fi fost vătămate de partea vopsită, partea opusă ar fi continuat să crească și s-ar fi aplecat în consecință înspre partea vopsită, pe cînd curbarea era întotdeauna, după cum am văzut, în direcție opusă sau înspre partea nevopsită care era expusă la lumină. Am observat efectele vătămării longitudinale expusă la lumină. Am observat efectele vătămării longitudinale a unei părți a cotiledoanelor de *Avena* și *Phalaris*; întrucît, înainte de a ști că grăsimea le este foarte vătămătoare, mai multe din ele au fost vopsite spre baza uneia din părți cu un amestec de ulei și negru de fum, fiind apoi expuse în fața unei ferestre; altele tratate la fel au fost încercate ulterior la întunerec. Curînd aceste cotiledoane s-au aplecat vizibil spre partea înnegrită, datorită, evident, faptului că grăsimea de pe această parte le-a oprit creșterea, pe cînd creșterea a continuat de partea opusă. Merită însă notat că curbarea se deosebea de cea cauzată de lumină, care în cele din urmă devine bruscă aproape de sol. Ulterior aceste plantule nu au pierit, însă erau foarte vătămate și creșteau prost.

LOCALIZAREA SENSIBILITĂȚII LA LUMINĂ ȘI TRANSMITEREA EFECTELOR EI

Phalaris canariensis. — Pe cînd observam exactitatea cu care cotiledoanele acestei plante se aplecau înspre lumina unei mici lămpi, am fost impresionați de ideea că partea cea mai de sus determină direcția curbării părții inferioare. Atunci cînd cotiledoanele sînt expuse unei lumini laterale, partea superioară se apleacă mai întîi, iar apoi curbarea se extinde treptat pînă jos la bază și, după cum vom vedea îndată, chiar puțin sub pămînt. Aceasta se aplică și la cotiledoane înalte de mai puțin de 0,25 cm (una a fost observată acționînd în acest mod și care nu era înaltă decît de 0,075 cm), pînă la 1,25 cm; însă atunci cînd au crescut pînă la înălțimea de aproape 2,5 cm, partea bazală pe o lungime de 0,375 — 0,5 cm deasupra solului încetează să se mai aplece. Întrucît la cotiledoanele tinere partea inferioară continuă să se aplece după ce partea superioară s-a curbat bine înspre lumina laterală, vîrful se va îndrepta pînă în cele din urmă spre sol, în loc de a se îndrepta spre lumină, dacă partea superioară nu și-ar inversa curbarea îndreptîndu-se de îndată ce suprafața superioară convexă a porțiunii aplecată în jos a primit mai multă lumină decît suprafața inferioară concavă. Poziția luată pînă în cele din urmă de cotiledoanele tinere, verticale, expuse la lumina care intră oblic de sus

printr-o fereastră, se vede în figura alăturată (fig. 181); se poate vedea că întreaga parte superioară a devenit aproape dreaptă. Atunci cînd cotiledoanele au fost expuse în fața unei lămpi puternice, stînd la același nivel cu ele, partea superioară care la început era aplecată considerabil înspre lumină s-a îndreptat, fiind strict paralelă cu suprafața pămîntului din ghivece, partea bazală fiind aplecată acum

Fig. 181. — *Phalaris canariensis*. Cotiledoane după expunere într-o parte a unei cutii deschise, așezate în fața unei ferestre spre sud-vest timp de 8 ore; curbarea înspre lumină înregistrată exact; liniile scurte orizontale arată nivelul solului.

în unghi drept. Toată această mare amplitudine a curbării, împreună cu îndreptarea ulterioară a părții superioare au fost adesea efectuate în cîteva ore.

După ce partea superioară s-a aplecat puțin înspre lumină, greutatea ei care atîrna pe deasupra trebuia să tindă să sporească curbarea părții inferioare; însă orice asemenea efect s-a dovedit în mai multe feluri că este complet neînsemnat. Atunci cînd mici scufii din foiță de staniol (care vor fi descrise mai jos) au fost puse pe vîrful cotiledoanelor, deși aceasta trebuie să fi adăugat considerabil la greutatea lor, viteza sau amplitudinea aplecării nu a fost astfel sporită. Cea mai bună dovadă a fost adusă însă așezînd ghivecele cu plantule de *Phalaris* în fața unei lămpi într-o asemenea poziție, încît cotiledoanele erau întinse orizontal și proeminau în unghi drept față de linia luminii. În decurs de 5 ore și 30 min ele s-au îndreptat înspre lumină, cu bazele aplecate în unghi drept; și această curbare bruscă nu a putut fi cîtuși de puțin ajutată de greutatea părții superioare care acționa în unghi drept față de planul curburii.

Se va arăta că atunci cînd jumătățile superioare ale cotiledoanelor de *Phalaris* și *Avena* sînt închise în mici tuburi de foiță de staniol sau de sticlă înnegrită, în care caz partea superioară este împiedicată mecanic de a se apleca, partea inferioară și neînchisă nu se apleacă atunci cînd este expusă la o lumină laterală; și ne-am gîndit că acest fapt se poate datora nu excluderii luminii de la partea superioară, ci transmiterii curbării în josul cotiledoanelor, așa încît partea inferioară nu se poate apleca ori cît ar fi ea de stimulată, în afară de cazul cînd partea superioară s-a aplecat mai întîi. Pentru scopul nostru a fost necesar să stabilim dacă această idee este adevărată și s-a dovedit falsă, deoarece jumătățile inferioare a mai multor cotiledoane s-au aplecat înspre lumină, deși jumătățile lor superioare erau închise în mici tuburi de sticlă (neînnegrite) care le împiedicau, pe cît puteam judeca, să se aplece. Totuși, deoarece partea din interiorul tubului s-ar fi putut apleca foarte puțin, vergele foarte mici, subțiri, rigide sau cioburi plate de sticlă subțire au fost lipite cu șelac pe o latură a părții superioare a 15 cotiledoane; și în șase cazuri ele au mai fost legate și cu fire de ață. În acest fel ele au fost obligate să rămînă complet drepte. Rezultatul a fost că jumătățile inferioare ale tuturor [cotiledoanelor] s-au aplecat înspre lumină, în general însă nu într-o așa de mare măsură ca partea corespunzătoare a plantulelor libere din aceleași ghivece; și poate că aceasta s-ar putea explica prin vreo mică vătămare care a fost cauzată de faptul că o suprafață considerabilă a fost unsă cu șelac. Se poate adăuga că atunci cînd apogeotropismul acționează asupra cotiledoanelor de *Phalaris* și *Avena*, partea superioară este cea care începe mai întîi să se aplece; și atunci cînd această parte a devenit rigidă în modul arătat mai sus, curbarea în sus a părții bazale nu a fost astfel împiedicată.

Pentru a verifica părerea noastră că partea superioară a cotiledoanelor de *Phalaris*, atunci cînd sînt expuse la o lumină laterală, reglează aplecarea părții inferioare, am executat multe experiențe; însă majoritatea primelor noastre încercări s-au dovedit inutile din diferite cauze care nu merită să fie descrise. La șapte cotiledoane li s-a tăiat și îndepărtat vîrfurile pe distanțe variind între 0,25 și 0,4 cm și cînd acestea au fost expuse toată ziua la o lumină laterală, ele au rămas verticale. Într-un alt lot de 7 cotiledoane, vîrfurile au fost tăiate și îndepărtate pe distanțe de numai aproximativ 1,27 mm și acestea s-au aplecat spre o lumină laterală însă nici pe departe atît de mult ca celelalte numeroase plantule din ace-

leași ghivece. Acest din urmă caz arată că tăierea și îndepărtarea vîrfurilor nu vatămă plantele prin ele însile, atît de serios încît să împiedice heliotropismul; atunci am considerat însă că o asemenea vătămare ar putea urma cînd o lungime mai mare ar fi tăiată și îndepărtată, ca în prima serie de experiențe. De aceea nu s-au mai făcut experiențe de acest fel, ceea ce regretăm acum, întrucît ulterior am constatat că atunci cînd vîrfurile a trei cotiledoane au fost tăiate și îndepărtate pe o distanță de 0,5 cm, iar alte patru pe distanțe de 0,35, 0,3, 0,25 și 0,175 cm și au fost întinse orizontal, amputarea nu a stînjenit cîtuși de puțin curbarea lor verticală în sus prin acțiunea apogeotropismului, ca la exemplarele nemutilate. De aceea este extrem de puțin probabil ca amputarea vîrfurilor pe distanțe de 0,25 și 0,53 cm ar putea împiedica, din cauza vătămării astfel cauzată, ca partea inferioară să se aplece înspre lumină.

Am încercat apoi efectele acoperirii părții superioare a cotiledoanelor de *Phalaris* cu mici scufii impermeabile la lumină; întreaga parte inferioară fiind lăsată expusă în plin în fața unei ferestre spre sud-vest sau a unei lămpi puternice cu parafină. Unele dintre scufii erau din foiță de staniol extrem de subțire, înnegrită în interior; ele aveau inconvenientul de a fi uneori prea grele, mai ales cînd erau împăturite de două ori. Marginile bazale puteau fi apăsate în contact strîns cu cotiledoanele, deși aceasta necesita băgare de seamă pentru a evita vătămarea lor. Orice vătămare astfel provocată putea fi totuși detectată prin îndepărtarea scufiilor sau încercînd dacă cotiledoanele erau atunci sensibile la lumină. Alte scufii erau făcute din tuburi de sticlă foarte subțire, care corespundeau bine dacă erau vopsite cu negru, cu marele inconvenient însă că nu puteau fi închise capetele inferioare. S-au folosit însă tuburi care se potriveau foarte îndeaproape cotiledoanelor și în jurul fiecăruia s-a așezat pe sol hîrtie neagră pentru a opri reflectarea în sus a luminii. Într-o privință asemenea tuburi erau cu mult mai bune decît scufiile de staniol, deoarece în același timp se puteau acoperi unele cotiledoane cu tuburi transparente, iar altele cu tuburi opace; și în acest fel experiențele noastre puteau fi controlate. Trebuie avut în vedere că pentru experiențe au fost alese cotiledoane tinere și că, dacă nu erau împiedicate, acestea se aplecau pînă la pămînt, înspre lumină.

Vom începe cu tuburile de sticlă. Vîrfurile a nouă cotiledoane, deosebindu-se puțin prin înălțime, au fost introduse ceva mai puțin de jumătate din lungimea lor în tuburi necolorate sau transparente și acestea au fost expuse în fața unei ferestre spre sud-vest, pe o zi luminoasă, timp de 8 ore. Toate s-au aplecat puternic înspre lumină, în același grad ca și celelalte numeroase plantule libere din aceleași ghivece; așa încît este sigur că tuburile de sticlă nu au împiedicat cotiledoanele de a se apleca înspre lumină. Alte 19 cotiledoane au fost la fel introduse în același timp în tuburi vopsite cu tuș. Spre surprinderea noastră, pe cinci dintre ele vopseaua s-a contractat după expunere la lumina solară, formîndu-se crăpături foarte înguste prin care a intrat puțină lumină; și aceste cinci cazuri au fost respinse. Din restul de 14 cotiledoane, ale căror jumătăți inferioare fuseseră tot timpul expuse în plină lumină, 7 au continuat să stea drept și vertical, una s-a aplecat considerabil spre lumină, iar 6 s-au aplecat puțin, însă cu bazele expuse ale majorității dintre ele aproape sau complet drepte. Este posibil că ceva lumină să se fi reflectat în sus de la sol și să fi intrat la baza acestor 7 tuburi, deoarece soarele strălucea puternic, deși bucățele de hîrtie înnegrită fuseseră puse pe sol în jurul lor. Totuși, cele 7 cotiledoane puțin aplecate, împreună cu cele 7 cotiledoane verticale prezentau ca aspect un contrast cu totul remarcabil cu celelalte numeroase plantule din aceleași ghivece cărora nu li se făcuse nimic. Tuburile înnegrite au fost apoi îndepărtate de la 10 din aceste plantule, fiind expuse acum timp de 8 ore în fața unei lămpi; 9 dintre ele s-au aplecat considerabil spre lumină, iar una numai moderat, dovedind că absența anterioară a vreunei curbări a părții bazale sau prezența acolo numai a unui mic grad de curbare se datora excluderii luminii de la partea superioară.

Observații similare au fost făcute asupra a 12 cotiledoane mai tinere cu jumătățile lor superioare închise în interiorul unor tuburi de sticlă acoperite cu lac negru și cu jumătățile inferioare expuse din plin la lumina puternică a soarelui. La aceste cotiledoane mai tinere zona sensibilă pare să se întindă puțin mai jos, după cum s-a observat și în alte cazuri, deoarece două s-au aplecat aproape tot atît de mult înspre lumină ca și plantulele libere; iar restul de 10 s-au aplecat puțin, deși partea bazală a mai multora din ele, care în mod normal se apleacă mai mult decît oricare altă parte, nu a prezentat aproape nici o urmă de curbare. Luate împreună, aceste 12 plantule se deosebeau considerabil prin gradul lor de curbare de toate celelalte numeroase plantule din aceleași ghivece.

O dovadă mai bună a eficacității tuburilor înnegrite a fost oferită din întîmplare de unele experiențe, care vor fi date ulterior, în care jumătățile superioare a 14 cotiledoane au fost închise în tuburi după care se răsese din lacul negru o dungă extrem de subțire. Aceste dungi

curățate nu erau îndreptate înspre fereastră ci oblic spre o parte a camerei, așa încît numai foarte puțină lumină putea acționa asupra jumătăților superioare ale cotiledoanelor. Aceste 11 plantule au rămas după 8 ore de expunere în fața unei ferestre spre sud-vest, pe o zi cețoasă, complet verticale; pe cînd toate celelalte numeroase plantule libere din aceleași ghivece s-au aplecat considerabil înspre lumină.

Să examinăm acum experiența cu scufiile din foiță foarte subțire de staniol. Acestea au fost puse, în diferite momente, pe vîrfurile a 24 de cotiledoane și acestea s-au întins în jos pe o distanță de 0,375—0,5 cm. Plantulele au fost expuse la o lumină laterală pe perioade variind între 6 ore și 30 min și 7 ore și 45 min, care au fost suficiente pentru a face ca toate celelalte plantule din aceleași ghivece să se aplece aproape în unghi drept înspre lumină. Ele au variat ca înălțime de la numai 0,1 cm la 3,75 cm; majoritatea [plantulelor] erau înalte însă de circa 1,875 cm. Dintre cele 24 de cotiledoane cu vîrfurile astfel apărate, 3 s-au aplecat mult, însă nu în direcția luminii și, întrucît nu s-au îndreptat prin apogeotropism în decursul nopții următoare, fie că scufiile erau prea grele, fie că plantele însăși erau într-o stare slăbită, și aceste trei cazuri pot fi excluse. Nu vor fi luate în considerație decît 21 de cotiledoane; dintre acestea, 17 au rămas tot timpul complet verticale; celelalte 4 s-au aplecat puțin înspre lumină, însă nu într-un grad comparabil cu cel al multelor plantule libere din aceleași ghivece. Deoarece, atunci cînd nu erau vopsite, tuburile de sticlă nu au împiedicat cotiledoanele să se aplece considerabil, nu se poate presupune că scufiile din foiță foarte subțire de staniol au făcut acest lucru, afară de cazul cînd se exclude lumina. Pentru a dovedi că plantele nu fuseseră vătămate, s-au îndepărtat scufiile de pe 6 dintre plantulele verticale și acestea au fost expuse în fața unei lămpi de parafină tot în același timp ca mai înainte și acum toate s-au curbat considerabil înspre lumină.

Deoarece scufiile adînci între 0,375 și 0,5 cm s-au dovedit astfel foarte eficace în a împiedica cotiledoanele de a se apleca înspre lumină, alte 8 cotiledoane au fost apărate cu scufii adînci de numai 0,15 și 0,3 cm. Dintre acestea 2 au rămas verticale, 1 s-a aplecat considerabil, iar 5 numai puțin înspre lumină, însă cu mult mai puțin decît plantulele libere din aceleași ghivece.

O altă experiență a fost făcută într-un mod diferit, și anume bandajînd cu benzi din foiță de staniol, late de circa 0,5 cm, partea superioară — însă nu chiar vîrful — a opt plantule moderat de tinere, înalte de peste 1,250 cm. Vîrfurile și părțile bazale au fost lăsate astfel expuse din plin la o lumină laterală, timp de 8 ore, zona intermediară superioară fiind apărată. La patru dintre aceste plantule vîrfurile au fost expuse pe o distanță de 0,125 cm și la două dintre ele această parte s-a aplecat înspre lumină, însă întreaga parte inferioară a rămas complet verticală, pe cînd întreaga distanță a celorlalte două plantule s-a aplecat puțin înspre lumină. Vîrfurile altor patru plantule au fost expuse pe o distanță de 0,1 cm și dintre acestea una a rămas aproape verticală, pe cînd celelalte trei s-au aplecat considerabil înspre lumină. Numeroasele plantule libere din aceleași ghivece s-au aplecat toate considerabil înspre lumină.

Din aceste diferite serii de experiențe, inclusiv cele cu tuburi de sticlă și cele în care vîrfurile au fost tăiate și îndepărtate, putem deduce că excluderea luminii de la partea superioară a cotiledoanelor de *Phalaris* împiedică partea inferioară de a se apleca complet, cu toate că este expusă din plin unei lumini laterale. Pe o distanță de 0,1 sau 0,125 cm, vîrful, deși el însuși este sensibil și se apleacă înspre lumină, nu are decît puțină forță de a face ca partea inferioară să se aplece. Și nici excluderea luminii de la vîrf pe o distanță de 0,25 cm nu are o influență puternică asupra curbării părții inferioare. Pe de altă parte, o excludere [a luminii] pe o distanță de 0,375 sau 0,5 cm sau pe întreaga jumătate superioară împiedică vizibil partea inferioară luminată din plin să se aplece în modul (fig. 181) în care se întîmplă invariabil atunci cînd un cotiledon liber este expus luminii laterale. La plantule foarte tinere zona sensibilă pare să se întindă puțin mai jos față de înălțimea lor decît la plantule mai bătrîne. De aceea trebuie să conchidem că atunci cînd plantulele sînt expuse liber la o lumină laterală, o oarecare influență este transmisă de la partea superioară la cea inferioară, făcînd ca aceasta din urmă să se aplece.

Această concluzie este confirmată de ceea ce se poate vedea că se întîmplă pe scară redusă mai ales la cotiledoane tinere, fără vreo excludere artificială a luminii, întrucît ele se curbează sub pămînt, unde lumina nu poate pătrunde. Semințe de *Phalaris* au fost acoperite cu un strat gros de 0,625 cm de nisip foarte fin constînd din grăunțe extrem de mici de silex acoperite cu oxid de fier. Un strat din acest nisip, umezit în același grad ca și cel de pe semințe, a fost întins pe o placă de sticlă și cînd stratul era gros de 0,125 cm (măsu-

rat cu grijă) nu s-a văzut lumina puternică a zilei pătrunzînd prin el, în afară numai de cazul cînd era privit printr-un tub lung înnegrit; și atunci se putea descoperi o urmă de lumină, însă probabil mult prea mică pentru a influența vreo plantă. Un strat gros de 0,25 cm era complet impermeabil la lumină, după cît se poate aprecia cu ochiul ajutat de tubul [înnegrit]. Merită adăugat că atunci cînd este uscat, stratul rămîne tot atît de impermeabil la lumină. Acest nisip a cedat unei presiuni foarte ușoare atunci cînd a fost menținut umed și în această stare nu s-a contractat și nu s-a crăpat cîtuși de puțin. Într-o primă experiență, cotiledoanele care crescuseră pînă la o înălțime moderată au fost expuse timp de 8 ore în fața unei lămpi de parafină și ele s-au aplecat considerabil. La baza lor, pe partea umbrită, opusă luminii, s-au format crestături deschise, bine definite, în formă de semilună, care (măsurate la microscop cu un micrometru) erau late de 0,05 pînă la 0,075 cm, și care fuseseră evident formate prin aplicarea înspre lumină a bazelor îngropate ale cotiledoanelor. De partea luminii cotiledoanele erau în contact strîns cu nisipul care era foarte puțin mușuroit. Îndepărtînd cu un cuțit ascuțit nisipul de pe o parte a cotiledonului pe linia luminii, s-a constatat că porțiunea aplecată și crestăturile deschise se întindeau în jos pînă la o adîncime de circa 0,25 cm, unde nici o lumină nu putea pătrunde. Coardele scurtelor arcuri îngropate formau în patru cazuri unghiuri de 11, 13, 15 și 18° față de perpendiculară. Pînă în dimineața următoare aceste scurte porțiuni aplecate se îndreptaseră prin apogeotropism.

În experiența următoare cotiledoane mult mai tinere au fost tratate la fel, însă au fost expuse la o lumină laterală oarecum slabă. După cîteva ore un cotiledon aplecat, înalt de 0,75 cm, avea o crestătură deschisă pe partea umbrită, lată de 1 cm, un alt cotiledon înalt de numai 0,325 cm lăsase o crestătură lată de 0,05 cm. Cazul cel mai curios este însă al unui cotiledon care tocmai ieșise din pămînt și era înalt de numai 0,075 cm, și la care s-a constatat că era aplecat în direcția luminii pînă la o adîncime de 0,5 cm de la suprafață. Din ceea ce știm despre impermeabilitatea nisipului la lumină, partea superioară luminată în aceste diferite cazuri trebuie să fi determinat curbarea porțiunilor inferioare îngropate. Se poate sugera însă un motiv aparent de îndoială; întrucît cotiledoanele circumnutează încontinuu, ele tind să formeze o crăpătură sau o crestătură foarte mică jur împrejurul bazelor lor, care ar lăsa să pătrundă puțină lumină din toate părțile; aceasta nu s-ar întîmpla însă dacă ele ar fi luminate lateral, deoarece știm că ele se apleacă repede spre o lumină laterală și că apoi ele apasă atît de tare pe nisip de partea luminată, încît îl crestează, ceea ce ar exclude efectiv lumina de această parte. Orice lumină lăsată să intre pe partea opusă și umbrită, unde se formează o crestătură deschisă, ar tinde să contracareze curbarea înspre lampă sau orice altă sursă de lumină. Se poate adăuga că folosirea nisipului fin și umed care cedează ușor la presiune, era indispensabilă experiențelor de mai sus, deoarece plantulele crescute în pămînt obișnuit, neumezite și expuse timp de 9 ore și 30 min la o lumină laterală puternică, nu au format crestături deschise la bazele lor pe partea umbrită și nu s-au curbat sub pămînt.

Poate că dovada cea mai izbitoare a acțiunii părții superioare asupra celei inferioare a cotiledoanelor de *Phalaris*, atunci cînd sînt luminate lateral, a fost oferită de tuburile de sticlă înnegrită (la care ne-am referit mai înainte), cu dungi foarte înguste din lac ras și îndepărtat pe una din părți, prin care este lăsată să intre puțină lumină. Lățimea acestor dungi sau fante varia între 0,025 și 0,051 cm. Cotiledoane cu jumătățile lor superioare închise în asemenea tuburi au fost așezate în fața unei ferestre spre sud-vest într-o asemenea poziție, încît dungile rase nu erau îndreptate direct spre fereastră ci oblic pe una din părți. Plantulele au fost lăsate astfel expuse timp de 8 ore, înainte de sfîrșitul cărui interval de timp numeroasele plantule libere din aceleași ghivece se aplecaseră considerabil spre fereastră. În aceste condiții întreaga jumătate inferioară a cotiledoanelor, ale căror vîrfuri erau introduse în tuburi, erau din plin expuse la lumina cerului, pe cînd jumătățile lor inferioare primeau exclusiv sau mai ales lumină difuză din cameră, și aceasta numai printr-o fantă foarte îngustă de pe una din părți. Or, dacă curbarea părții inferioare ar fi fost determinată de luminatul acestei părți, cu siguranță că toate cotiledoanele s-ar fi aplecat înspre fereastră; ceea ce nu era de loc cazul. Tuburi de felul descris mai sus au fost așezate în mai multe cazuri pe jumătățile superioare ale cotiledoanelor în număr de 27, 14 din ele au rămas tot timpul complet verticale; așa încît prin fantele înguste a intrat suficientă lumină difuză pentru a produce vreun oarecare efect, și ele s-au comportat la fel ca și cînd jumătățile lor superioare ar fi fost incluse în tuburi complet înnegrite. Jumătățile inferioare ale altor 13 cotiledoane nu s-au aplecat drept în direcția ferestrei, ci oblic înspre ea; unul era îndreptat într-un unghi de 18°, restul de 12 însă în unghiuri variind între 45 și 65° față de direcția ferestrei. La începutul experienței

s-au așezat ace pe pămînt în direcția spre care fantele din lac erau îndreptate, și numai din această direcție intra puțină lumină difuză. La sfîrșitul experienței, 7 din cotiledoanele aplecate erau îndreptate exact în direcția acelor, iar 6 dintre ele într-o direcție situată între direcția acelor și cea a ferestrei. Această poziție intermediară este inteligibilă, deoarece lumina zilei care ar intra oblic prin fante ar fi mult mai eficace decît lumina difuză care ar intra direct prin ele. După o expunere de 8 ore, contrastul dintre aspectul acestor 13 cotiledoane și celelalte numeroase plantule din aceleași ghivece, care erau toate (afară de cele 14 verticale de mai sus) considerabil aplecate în linii drepte și paralele înspre fereastră, era foarte remarcabil. Este de asemenea sigur că puțina lumină slabă căzînd pe jumătățile superioare ale cotiledoanelor de *Phalaris*, este cu mult mai puternică în determinarea direcției curbării jumătăților inferioare decît luminatul din plin în tot timpul expunerii a acestora din urmă.

Pentru a confirma rezultatele de mai sus, merită arătat efectul vopsirii cu un strat gros de tuș a unei laturi a părții superioare a trei cotiledoane de *Phalaris*, pe o distanță de 0,5 cm. Acestea au fost astfel așezate, încît suprafața nevopsită era îndreptată nu în afară ci puțin într-o parte și toate s-au aplecat înspre partea nevopsită și dinspre direcția ferestrei în unghiuri de 31, 35 și 83°. Curbarea în această direcție s-a extins în jos pînă la bazele lor, deși întreaga parte inferioară era expusă din plin la lumina ferestrei.

În sfîrșit, deși nu încape îndoială că luminatul părții superioare a cotiledoanelor de *Phalaris* influențează considerabil capacitatea și modul de aplecare ale părții inferioare, totuși cîteva observații par să arate că este probabil ca stimularea simultană a părții inferioare de către lumină să favorizeze considerabil curbarea ei bine pronunțată sau să fie aproape necesară; experiențele noastre nu au fost însă concludente datorită dificultății de a exclude lumina de la jumătățile inferioare, fără a împiedica în mod mecanic curbarea lor.

Avena sativa. — Cotiledoanele acestei plante s-au aplecat repede spre o lumină laterală, întocmai ca cele de *Phalaris*. S-au executat experiențe similare celor de mai sus și vom da rezultatele pe cît mai scurt posibil. Ele sînt ceva mai puțin concludente decît în cazul lui *Phalaris*, ceea ce s-ar putea explica poate prin aceea că zona sensibilă variază ca întindere la o specie atît de îndelung cultivată și de variabilă ca ovăzul comun. Pentru experiență s-au ales cotiledoane înalte de ceva mai puțin de 1,875 cm; șase dintre ele aveau vîrfurile ferite de lumină prin scufii din foiță de staniol, lungi de 0,625 cm, iar alte două de scufii lungi de 0,75 cm. Dintre aceste opt cotiledoane, cinci au rămas verticale în decursul a 8 ore de expunere, deși partea lor inferioară era tot timpul expusă în plină lumină; două s-au aplecat foarte puțin înspre lumină, iar una considerabil. Pe alte 4 cotiledoane au fost așezate scufii lungi de numai 0,5 sau 0,55 cm, și acum numai una a rămas verticală, una aplecîndu-se puțin și două considerabil înspre lumină. În acest caz și în cele următoare toate plantulele libere din același ghiveci s-au aplecat considerabil înspre lumină.

Experiența noastră următoare a fost executată cu porțiuni scurte și relativ transparente de cotoare de pană (rahis), deoarece tuburi de sticlă cu un diametru suficient pentru a include cotiledoanele ar fi prea grele. Vîrfurile a 13 cotiledoane au fost introduse mai întîi în rahisuri nevopsite și din acestea 11 s-au aplecat considerabil, iar două numai puțin spre lumină; așa încît simplul act al introducerii [în rahisuri] nu a împiedicat partea inferioară de a se apleca. În al doilea rînd vîrfurile a 11 cotiledoane au fost introduse în rahisuri lungi de 0,75 cm și vopsite astfel încît să fie impermeabile pentru lumină; dintre acestea, 7 nu s-au aplecat de loc spre lumină; însă 3 dintre ele erau puțin aplecate mai mult sau mai puțin transversal față de direcția luminii și acestea ar fi trebuit poate să fie complet excluse; numai una era ușor aplecată înspre lumină. Rahisuri vopsite, lungi de 0,625 cm au fost așezate pe vîrfurile altor 4 cotiledoane; dintre acestea numai unul a rămas vertical, un al doilea s-a aplecat puțin, iar celelalte două s-au aplecat tot atît de mult înspre lumină ca și plantulele libere din aceleași ghivece. Avînd în vedere că scufiile erau lungi de 0,625 cm, aceste două din urmă cazuri sînt inexplicabile.

În sfîrșit, vîrfurile a opt cotiledoane au fost acoperite cu piele flexibilă și foarte transparentă de cecum de bou și ele s-au aplecat toate înspre lumină tot atît de mult ca și plantulele libere. Vîrfurile altor 9 cotilidoane au fost acoperite la fel cu piele de cecum de bou, care a fost apoi vopsită pe distanțe de 0,625 și 0,75 cm pentru a o face impermeabilă la lumină; dintre aceste vîrfuri, 5 au rămas verticale, iar 4 s-au aplecat bine înspre lumină, aproape sau chiar atît de bine ca și plantulele libere. Aceste patru din urmă cazuri, precum și cele două din ultimul paragraf prezintă o puternică excepție la regula că luminatul părții superioare determină curbarea părții inferioare. Totuși, 5 dintre aceste 8 cotiledoane au rămas complet verticale, cu toate că jumătățile lor inferioare erau tot timpul luminate din plin; și ar fi aproape

o minune să se găsească cinci plantule libere stînd vertical după o expunere de mai multe ore la o lumină laterală.

Atunci cînd cresc în nisip moale, fin și umed, cotiledoanele de *Avena*, ca și cele de *Phalaris*, lasă un șanț concentric deschis pe partea umbrită, după ce se apleacă spre o lumină laterală și se încovoaie sub pămînt pînă la o adîncime unde, după cum știm, lumina nu poate pătrunde. Arcurile coardelor porțiunilor îngropate și curbate au format în două cazuri unghiuri de 20 și 21° față de verticală. Șanțurile deschise de pe părțile umbrite erau în patru cazuri late de 2, 4,6 și 6 mm.

Brassica oleracea (varză roșie). — Se va arăta aici că jumătatea superioară a hipocotilului de varză determină, atunci cînd este luminată de o lumină laterală, curbarea jumătății inferioare. Este necesar de a experimenta pe plantule tinere înalte de circa 1,25 cm sau mai puțin, întrucît atunci cînd cresc la înălțimea de 2,5 cm și mai mult partea laterală încetează să se mai aplece. La început am încercat vopsind vîrfurile hipocotilelor cu tuș sau amputînd vîrful pe diferite distanțe; aceste experiențe nu merită însă date, cu toate că ele confirmă, în măsura în care ele sînt demne de încredere, rezultatele celor de mai jos. Acestea au fost făcute înfășurînd odată jumătățile superioare ale unor hipocotile tinere cu piele de cecum de bou și vopsind-o cu un strat gros de tuș sau de unsoare neagră. Ca experiență de control, aceeași piele transparentă lăsată nevopsită a fost înfășurată în jurul jumătăților superioare de la 12 hipocotile și acestea s-au aplecat considerabil spre lumină, în afară de unul care nu s-a aplecat decît moderat. La alte douăzeci de hipocotile tinere li s-a vopsit pielea din jurul jumătății lor superioare, pe cînd jumătățile inferioare au fost lăsate complet neacoperite. Aceste plantule au fost apoi expuse, în general între 7 și 8 ore, într-o cutie înnegrită în interior și deschisă în față, fie în fața unei ferestre spre sud-vest, fie a unei lămpi de parafină. Această expunere a fost pe deplin suficientă, după cum s-a putut vedea din heliotropismul puternic pronunțat al tuturor plantulelor libere din aceleași ghivece; totuși, unele au fost lăsate expuse la lumină un timp mult mai îndelungat. Din cele 20 de hipocotile astfel tratate, 14 au rămas complet verticale, iar 6 s-au aplecat puțin înspre lumină; însă 2 din aceste din urmă cazuri nu erau de fapt excepții deoarece îndepărtînd pielea s-a constatat că vopseaua era imperfectă, avînd multe spații mici, transparente în partea dinspre lumină. De altfel în alte două cazuri pielea vopsită nu se întindea în jos chiar pe jumătatea hipocotilului. În general exista un contrast minunat la cele cîteva ghivece între aceste 20 de hipocotile și celelalte numeroase plantule libere, care erau toate aplecate considerabil în direcția luminii pînă jos la baza lor, unele fiind aproape culcate pe sol.

Cea mai reușită experiență dintr-o singură zi (inclusă în rezultatele de mai sus) merită descrisă detaliat. Au fost alese șase plantule tinere ale căror hipocotile erau înalte de aproape 1,225 cm, măsurate de la baza pețiolului pînă la pămînt, în afară de una care avea înălțimea de 1,5 cm. Jumătățile lor superioare măsurate cu ochiul liber au fost înfășurate o singură dată cu pielea de cecum de bou, și aceasta a fost vopsită cu un strat gros de tuș. Ele au fost expuse într-o cameră de altfel întunecată, în fața unei lămpi puternice de parafină, care era la același nivel cu cele două ghivece conținînd plantulele. Ele au fost examinate mai întîi după un interval de 5 ore și 10 min, și s-a constatat că cinci dintre hipocotilele apărate erau complet verticale, al șaselea fiind foarte puțin înclinat înspre lumină, în vreme ce toate numeroasele plantule libere din aceleași două ghivece erau aplecate considerabil spre lumină. Ele au fost examinate din nou după o expunere continuă la lumină de 20 de ore și 35 min și acum contrastul dintre cele două loturi era uimitor de mare; deoarece hipocotilele plantulelor libere se întindeau aproape orizontal în direcția luminii și erau aplecate în jos pînă la pămînt, pe cînd cele cu jumătatea superioară apărată de pielea vopsită, însă cu jumătatea inferioară complet expusă la lumină, au rămas încă complet verticale, cu excepția celei care și-a păstrat aceeași ușoară aplecare spre lumină pe care o avusese mai înainte. S-a constatat că această din urmă plantulă fusese relativ prost vopsită, deoarece pe partea cu fața la lumină se putea distinge prin vopsea culoarea roșie a hipocotilului.

Am încercat apoi nouă plantule mai bătrîne, ale căror hipocotile variau în înălțime între 2,5 și 4 cm. Pielea de cecum de bou din jurul părților lor superioare a fost unsă cu grăsime neagră pînă la o distanță de numai 0,75 cm, adică de mai puțin de o treime pînă la un sfert sau o cincime din înălțimea lor totală. Ele au fost expuse la lumină timp de 7 ore și 15 min; și rezultatul a arătat că întreaga zonă sensibilă, care determină curbarea părții inferioare, nu era ferită de acțiunea luminii, deoarece toate cele 9 plantule s-au aplecat spre lumină, 4 dintre ele foarte puțin, 3 moderat și 2 aproape tot atît de mult ca și plantulele neapărate. Totuși, toate cele 9 plantule luate împreună s-au deosebit vizibil prin gradul de curbare

de numeroasele plantule libere și de unele care erau înfășurate cu piele nevopsită, crescînd în aceleași două ghivece.

Cîteva semințe au fost acoperite cu aproximativ 0,6 cm de nisip fin, descris în legătură cu *Phalaris*; și atunci cînd hipocotilele crescuseră pînă la înălțimea de 0,1—1,375 cm, ele au fost expuse timp de 9 ore în fața unei lămpi de parafină, bazele lor fiind la început înconjurate strîns de nisipul umed. Ele s-au aplecat toate pînă la pămînt, așa încît părțile lor superioare erau aproape de suprafața solului și aproape paralele cu ea. De partea luminii, bazele lor erau în contact strîns cu nisipul, care aici era foarte puțin mușuroit; pe partea opusă sau umbrită existau crăpături sau brazde în formă de semilună, deschise, late de ceva mai mult de 0,25 cm; ele nu erau însă atît de abrupte și regulate ca cele făcute de *Phalaris* și *Avena* și de aceea nu au putut fi măsurate atît de ușor la microscop. Atunci cînd nisipul a fost îndepărtat dintr-una din părți, s-a constatat că hipocotilele erau curbate sub pămînt în trei cazuri pînă la o adîncime de cel puțin 0,25 cm, într-un al patrulea caz de 0,275 cm, iar într-un al cincilea de 0,375 cm. Coardele arcurilor porțiunilor scurte, îngropate, curbate formau unghiuri de 11—15° cu verticala. Din ceea ce am văzut despre impermeabilitatea acestui nisip la lumină, curbarea hipocotilelor se întindea cu siguranță în jos pînă la o adîncime unde nici o lumină nu putea străbate; și curbarea trebuie să fi fost determinată de o influență transmisă de la partea superioară luminată.

Jumătatea inferioară a cinci hipocotile tinere a fost înfășurată în piele de cecum de bou nevopsită și, după o expunere de 8 ore în fața unei lămpi de parafină, acestea s-au aplecat tot atît de mult înspre lumină ca și plantulele libere. Jumătatea inferioară a altor 10 hipocotile tinere, tot astfel înfășurate cu piele de cecum de bou, a fost vopsită cu un strat gros de tuș; jumătățile lor superioare neapărate s-au aplecat bine înspre lumină, însă jumătățile inferioare și apărate au rămas verticale în toate cazurile, în afară de unul cînd stratul de vopsea era imperfect. Acest rezultat pare să dovedească că influența transmisă de la partea superioară este insuficientă pentru a face ca partea inferioară să se aplece, în afară numai dacă în același timp ea este luminată; rămîne însă îndoiala, ca în cazul lui *Phalaris*, dacă nu cumva pielea acoperită cu o crustă relativ groasă de tuș uscat a împiedicat mecanic curbarea lor.

Beta vulgaris. — Pe această plantă care nu este prea bine adaptată la acest scop, deoarece partea bazală a hipocotilului, după ce a crescut pînă la înălțimea de peste 1,25 cm, nu se apleacă mult atunci cînd este expusă la o lumină laterală, au fost încercate cîteva experiențe analoge. Patru hipocotile au fost înfășurate foarte aproape sub pețiolurile lor cu benzi de foiță subțire de staniol, late de 0,5 cm, și ele au rămas verticale toată ziua în fața unei lămpi de parafină; alte două au fost înfășurate cu benzi late de 0,375 cm și una din ele a rămas verticală, iar cealaltă s-a aplecat; în alte două cazuri benzile nu erau late decît de 0,25 cm și ambele aceste hipocotile nu s-au aplecat decît puțin spre lumină, cu toate că unul numai puțin. Plantulele libere din aceleași ghivece s-au curbat destul de mult spre lumină, iar în noaptea următoare au devenit aproape verticale. Acum ghivecele au fost răsucite și așezate în fața unei ferestre, așa încît părțile opuse ale plantulelor au fost expuse la lumină, spre care toate hipocotilele s-au aplecat în decurs de 7 ore. Șapte din cele opt plantule cu bandaje de foiță de staniol au rămas verticale, însă una care avea un bandaj lat de numai 0,25 cm s-a aplecat spre lumină. Într-un alt caz, jumătățile superioare a 7 hipocotile au fost înfășurate cu piele vopsită de cecum de bou; dintre acestea 4 au rămas verticale, iar 3 s-au aplecat puțin spre lumină; în același timp alte 4 plantule înfășurate cu piele nevopsită, precum și cele libere din aceleași ghivece s-au aplecat toate spre lampă, în fața căreia fuseseră expuse timp de 22 de ore.

Radicule de Sinapis alba. — Radiculele unor plante sînt indiferente, în ceea ce privește curbarea, la acțiunea luminii, pe cînd altele se apleacă, unele spre ea iar altele dinspre ea [6]. Este foarte îndoielnic dacă aceste mișcări sînt de vreun folos plantei, cel puțin în cazul rădăcinilor subterane; ele rezultă probabil din faptul că radiculele sînt sensibile la atingere, umiditate și la forța gravității și, în consecință, la alți stimuli care nu se întîlnesc niciodată în mod natural. Radiculele de *Sinapis alba* atunci cînd sînt cufundate în apă și expuse la o lumină laterală se îndepărtează de ea sau sînt apheliotrope. Ele s-au aplecat pe o distanță de circa 4 mm de la vîrf. Pentru a stabili dacă această mișcare a avut în general loc, 41 de radicule, care germinaseră în rumeguș umed, au fost cufundate în apă și expuse la o lumină laterală; și toate, cu două excepții îndoielnice, s-au aplecat dinspre lumină. În același timp,

[6] Sachs, *Physiologie végétale*, 1868, p. 41.

vîrful altor 54 de radicule, expuse la fel, au fost de-abia atinse cu nitrat de argint. Ele s-au înnegrit pe o distanță de 0,05—0,07 mm și probabil că au pierit; trebuie observat însă că aceasta nu a oprit în mod sensibil sau chiar de loc creșterea părții superioare; întrucît mai multe radicule, care au fost măsurate, s-au lungit în decurs de numai 8—9 ore cu 5—7 mm. Din cele 54 de radicule cauterizate, un caz era îndoielnic; 25 s-au aplecat dinspre lumină în mod normal, iar 28, adică mai mult de jumătate, nu erau cîtuși de puțin apheliotrope. Exista o diferență considerabilă, pe care nu o putem explica, între rezultatele experiențelor efectuate spre sfîrșitul lunii aprilie și cele de la mijlocul lunii septembrie. Cincisprezece radicule (o parte din cele 54 de mai sus) au fost cauterizate în prima perioadă și expuse la soare; din ele, 12 nu erau apheliotrope, 2 mai erau încă apheliotrope, iar una era îndoielnic. În septembrie, 39 de radicule cauterizate au fost expuse la o lumină de la nord, fiind ținute la o temperatură corespunzătoare; și acum 29 au continuat să fie apheliotrope în mod normal și numai 16 nu s-au aplecat dinspre lumină. Examinînd totalul rezultatelor ambelor perioade, este neîndoielnic că distrugerea vîrfului pe o distanță de mai puțin de un milimetru a distrus în mai mult de jumătate de cazuri capacitatea lor de a se mișca dinspre lumină. Probabil că toate semnele de apheliotropism ar fi dispărut dacă vîrfurile ar fi fost cauterizate pe o distanță de un milimetru. Se poate sugera că deși aplicarea substanței caustice nu oprește creșterea, totuși o poate întîrzia destul pentru a distruge capacitatea de mișcare a părții superioare; această sugestie trebuie însă respinsă, deoarece am văzut și vom vedea iarăși că de fapt cauterizarea unei părți a vîrfului diferitelor feluri de radicule provoacă mișcare. Concluzia că sensibilitatea la lumină rezidă în vîrful radiculei de *Sinapis alba* și că, atunci cînd este astfel stimulat, vîrful transmite o oarecare influență părții superioare, făcînd-o să se aplece, pare inevitabilă. În această privință, cazul este paralel cu cel al radiculelor mai multor plante, ale căror vîrfuri sînt sensibile la atingere și la alți iritanți și, după cum se va arăta în capitolul al unsprezecelea, la forța gravitației.

OBSERVAȚII FINALE ȘI REZUMATUL CAPITOLULUI

Nu știm dacă este o regulă generală la plantule ca luminatul părții superioare să determine curbarea părții inferioare. Cum însă aceasta s-a întîmplat la cele patru specii examinate de noi, care aparțineau unor familii atît de distincte ca *Gramineae*-le, *Cruciferae*-le și *Chenopodeae*-le, se consideră că este ceva obișnuit. Ea este cu siguranță de folos plantulelor, ajutîndu-le să găsească drumul cel mai scurt de la sămînța îngropată la lumină, pe aproape același principiu ca atunci cînd ochii animalelor tîrîtoare inferioare sînt situați la capătul anterior al corpului lor. Este extrem de îndoielnic dacă la plante pe deplin dezvoltate luminatul unei părți influențează vreodată curbarea unei alte părți. Vîrfurile a 5 plante tinere de *Asparagus officinalis* (variind ca înălțime între 2,75 și 6,75 cm și constînd din mai multe internodii scurte) au fost acoperite cu scufii de foiță de staniol lungi de 0,75 — 0,875 cm; și părțile inferioare neacoperite s-au aplecat tot atît de mult spre o lumină laterală ca și plantulele libere din aceleași ghivece. Altor plantule ale aceleiași plante li s-au vopsit vîrfurile cu tuș, cu același rezultat negativ. Bucățele de hîrtie înnegrită au fost lipite cu gumă arabică de marginile și peste limburile unor frunze de pe plante tinere de *Tropaeolum majus* și *Ranunculus ficaria*; acestea au fost apoi puse într-o cutie în fața unei ferestre și pețiolurile frunzelor apărate s-au aplecat spre lumină tot atît de mult ca și cele ale frunzelor neapărate.

Cazurile de mai sus în legătură cu plantule au fost descrise pe larg nu numai din motivul că transmiterea oricărui efect al luminii este un fapt fiziologic nou, ci pentru că sîntem de părere că el tinde să modifice într-o oarecare măsură ipotezele curente asupra mișcărilor heliotrope. Pînă recent se credea că asemenea mișcări nu rezultă decît din creșterea sporită a părții umbrite. În prezent se admite

în general [7] că lumina micșorată sporește turgescența celulelor sau extensibilitatea pereților celulari, sau ambele împreună, de partea umbrită, și că aceasta este urmată de creștere sporită. Pfeffer a arătat însă că o diferență în turgescență pe cele două părți ale unei pulvine, adică o totalitate de mici celule care au încetat să crească la o vîrstă timpurie, este provocată de o diferență în cantitatea de lumină primită de cele două părți și că mișcarea este astfel cauzată fără să fie urmată de creștere sporită în partea mai turgescentă [8]. Se pare că toți observatorii sînt de părere că lumina acționează direct asupra părții care se apleacă; noi am văzut însă la plantulele descrise mai sus că nu este așa. Jumătățile lor inferioare au fost puternic luminate ore întregi și totuși nu s-au aplecat cîtuși de puțin spre lumină, deși în condiții obișnuite aceasta este partea care se apleacă cel mai mult. Un fapt și mai izbitor este că luminatul slab al unei benzi înguste de pe o latură a părții superioare a cotiledoanelor de *Phalaris* a determinat direcția curbării părții inferioare; așa încît această din urmă parte nu s-a aplecat spre lumina puternică de care fusese luminată din plin, ci oblic spre o parte de unde nu intra decît puțină lumină. Aceste rezultate par să implice prezența unei oarecare substanțe în partea superioară, asupra căreia acționează lumina și care își transmite efectele părții inferioare. S-a arătat că această transmitere este independentă de aplecarea părții superioare sensibile. Avem un caz analog de transmitere la *Drosera*; atunci cînd o glandă este iritată, partea bazală și nu cea superioară sau intermediară a tentaculului se apleacă. Filamentul flexibil și sensibil la *Dionaea* de asemenea transmite un stimul, fără ca el însuși să se aplece; la fel și tulpina de *Mimosa*.

Lumina exercită o influență puternică asupra majorității țesuturilor vegetale și fără îndoială că în general ea tinde să le oprească creșterea. Însă atunci cînd cele două părți ale unei plante sînt luminate într-un grad puțin diferit, nu urmează neapărat că curbarea înspre partea luminată este determinată de modificări în țesuturile de aceeași natură ca cele care duc la creștere sporită la întuneric. Știm cel puțin că o parte se poate apleca dinspre lumină și totuși creșterea sa să nu fie favorizată de lumină. Acesta este cazul radiculelor de *Sinapis alba* care sînt evident apheliotrope: totuși ele cresc mai repede la întuneric decît la lumină [9]. După Wiesner [10], tot așa este și cu numeroasele rădăcini aeriene; există însă alte cazuri contrarii. Se pare de aceea că lumina nu determină în mod uniform creșterea părților apheliotrope.

Trebuie avut în vedere că capacitatea de a se apleca înspre lumină este foarte folositoare majorității plantelor. Este de aceea probabil ca această capacitate să fi fost dobîndită în mod special. În mai multe privințe lumina pare să acționeze asupra plantelor în aproape același fel ca și asupra animalelor [11]. După cum am văzut chiar acum, la plantule efectul este transmis de la una din părți la alta.

[7] Emil Godlewski a făcut o excelentă dare de seamă („Bot. Zeitung", 1879, p. 120) asupra stării prezente a problemei. Vezi de asemenea Vines în „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1878, vol. II, p. 114—147. Hugo de Vries a publicat recent un articol încă și mai important asupra acestui subiect: „Bot. Zeitung", 19 și 26 decembrie 1879.

[8] *Die Periodischen Bewegungen der Blattorgane*, 1875, p. 7, 63, 123 etc. Frank a insistat de asemenea (*Die Natürliche Waagerechte Richtung von Pflanzentheilen*, 1870, p. 53) asupra rolului important pe care pulvinele foliolelor frunzelor compuse îl joacă în așezarea foliolelor într-o poziție corespunzătoare față de lumină. Aceasta se aplică mai ales la frunzele plantelor cățărătoare, care sînt puse în tot felul de poziții prost adaptate la acțiunea luminii.

[9] Francis Darwin, *Über das Wachsthum negativ heliotropischer Wurzeln*, „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1880, vol. II, caiet III, p. 521.

[10] *Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.*, Viena, 1880, p. 12.

[11] Sachs a făcut cîteva observații remarcabile în același sens în privința diferiților stimuli care determină mișcare la plante. Vezi lucrarea sa *Über orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile*, „Arb. des Bot. Inst. Würzburg", 1879, vol. III, p. 282.

Un animal poate fi determinat să se miște de o foarte mică cantitate de lumină; și s-a arătat că o diferență în luminatul celor două părți ale cotiledoanelor de *Phalaris*, care nu poate fi distinsă de ochiul omului, este suficientă să le facă să se aplece. S-a arătat de asemenea că nu există nici un paralelism strîns între cantitatea de lumină care acționează asupra unei plante și gradul ei de curbare; era de fapt aproape imposibil să observi vreo diferență în curbarea unor plantule de *Phalaris* expuse la o lumină, care, cu toate că era slabă, era mult mai puternică decît cea la care fuseseră expuse altele. După ce este stimulată de o lumină puternică, retina îi simte efectul cîtva timp; și *Phalaris* a continuat să se aplece timp de aproape o jumătate de oră înspre partea care fusese luminată. Retina nu poate percepe o lumină slabă după ce a fost expusă la una puternică, și plantele care fuseseră ținute la lumina zilei în timpul zilei și al dimineței anterioare nu s-au mișcat tot atît de curînd spre o lumină laterală slabă ca altele care fuseseră ținute la întuneric complet.

Chiar dacă lumina acționează în acest fel asupra părților în creștere ale plantelor, încît provoacă întotdeauna în ele o tendință de a se apleca mai mult înspre partea mai bine luminată — o presupunere contrazisă de experiențele de mai sus asupra plantulelor și de către toate organele apheliotrope — totuși tendința se deosebește considerabil la diferite specii, și variază ca grad la indivizi de aceeași specie, după cum se poate vedea în aproape oricare ghiveci cu plantulele unei plante timp îndelungat cultivate [12]. Există de aceea o bază pentru modificarea în orice grad util a acestei tendințe. Că ea a fost modificată, vedem în multe cazuri; este astfel de mai mare importanță pentru plantele insectivore să-și așeze frunzele în cea mai bună poziție pentru a captura insecte decît să-și întoarcă frunzele spre lumină, și ele nu au asemenea capacitate. Dacă tulpinile plantelor volubile ar fi să se aplece înspre lumină, adesea ele ar fi trase și îndepărtate de suporturile lor; și, după cum am văzut, ele nu se apleacă în acest fel. Deoarece tulpinile majorității altor plante sînt heliotrope, putem fi aproape siguri că plantele volubile, care sînt răspîndite prin toată seria vasculară, și-au pierdut o capacitate pe care strămoșii lor necățărători o posedau. De altfel la *Ipomoea* și probabil la toate celelalte plante volubile, tulpina plantei tinere, înainte de a începe să se încolăcească, este foarte heliotropă, evident pentru a expune cotiledoanele sau primele frunze adevărate în plină lumină. La iederă tulpinile plantulelor sînt moderat de heliotrope, pe cînd cele ale aceleiași plante cînd devin puțin mai bătrîne sînt apheliotrope. Unii cîrcei care constau din frunze modificate — organe care în toate cazurile obișnuite sînt puternic diaheliotrope — au devenit apheliotrope și vîrfurile lor se tîrăsc în orice crăpătură întunecoasă.

Este aproape de necrezut, chiar în cazul mișcărilor heliotrope obișnuite, că ele rezultă direct din acțiunea luminii, fără vreo adaptare specială. Putem ilustra ce înțelegem prin mișcările higroscopice ale plantelor: dacă țesuturile de pe una din părțile unui organ permit o evaporare rapidă, atunci ele se vor usca repede și se vor contracta, făcînd ca acel organ să se aplece de această parte. Or, mișcările

[12] Strasburger a arătat în interesanta sa lucrare (*Wirkung des Lichtes... auf Schwärmsporen*, 1878) că mișcarea zoosporilor diferitelor plante inferior organizate spre o lumină laterală este influențată de stadiul lor de dezvoltare, de temperatura la care sînt supuse, de gradul de lumină sub care au fost crescute și de alte cauze necunoscute; așa încît zoosporii aceleiași specii se pot mișca de-a curmezișul cîmpului vizual al microscopului fie înspre, fie dinspre lumină. De altfel, unii indivizi par să fie indiferenți față de lumină; și cei ai diferitelor specii se comportă foarte diferit. Cu cît este lumina mai puternică, cu atît l' este mersul mai drept. Pentru scurt timp ei prezintă de asemenea efectele ulterioare ale luminii. În toate aceste privințe ei se aseamănă cu plantele superioare. Vezi de asemenea, Stahl *Über den Einfluss des Lichtes auf die Bewegungerscheinungen der Schwärmsporen*, „Verh. d. phys. med. Ges. Würzburg", vol. XII, 1878.

minunat de complicate ale grăunţelor de polen de *Orchis pyramidalis* prin care ele cuprind trompa unui fluture de noapte şi ulterior îşi schimbă poziţia pentru a depune masele de polen pe stigmatele duble sau, de asemenea, mişcările de răsucire prin care anumite seminţe se îngroapă în pămînt[13], toate decurg din modul de a se usca a organelor respective; totuşi, nimeni nu va presupune că aceste rezultate au fost obţinute fără o adaptare specială. Tot aşa ajungem să credem în adaptare, atunci cînd vedem hipocotilul unei plantule care conţine clorofilă aplecîndu-se spre lumină; deoarece, deşi în acest fel el primeşte mai puţină lumină, acum fiind umbrit de propriile sale cotiledoane, el le aşază — organele mai importante — în cea mai bună poziţie pentru a fi pe deplin luminate. Se poate spune deci că hipocotilul se sacrifică pentru binele cotiledoanelor, sau mai bine zis al întregii plante. Dacă el este împiedicat să se aplece, după cum trebuie să se întîmple uneori la plantulele care răsar dintr-o masă încîlcită de vegetaţie, cotiledoanele însăşi se apleacă pentru a sta cu faţa la lumină; cea mai îndepărtată de lumină ridicîndu-se, iar cea mai apropiată aplecîndu-se sau ambele răsucindu-se lateral[14]. Putem bănui, de asemenea, că sensibilitatea extremă la lumină a părţii superioare a cotiledoanelor în formă de teacă (coleoptile) ale gramineelor şi capacitatea lor de a transmite efectele la partea inferioară sînt aranjamente specializate pentru a găsi drumul cel mai scurt spre lumină. La plante crescînd pe un mal sau aruncate la pămînt de vînt, modul în care frunzele se mişcă, chiar rotindu-se în jurul propriilor lor axe, aşa încît suprafeţele superioare să le fie iarăşi îndreptate spre lumină, este un fenomen izbitor. Asemenea fapte devin şi mai izbitoare cînd ne amintim că o lumină prea intensă vatămă clorofila şi că atunci cînd foliolele mai multor leguminoase sînt astfel expuse, ele se curbează în sus şi îşi expun marginile la soare, evitînd astfel de a fi vătămate. Pe de altă parte, foliolele de *Averrhoa* şi *Oxalis* se apleacă atunci cînd sînt tot astfel expuse.

În capitolul precedent s-a arătat că heliotropismul este o formă modificată de circumnutaţie; şi deoarece fiecare parte în creştere a tuturor plantulelor circumnutează mai mult sau mai puţin, putem înţelege cum se face că această capacitate de curbare spre lumină a fost dobîndită de o asemenea mulţime de plante în tot regnul vegetal. S-a explicat mai înainte felul în care o mişcare de circumnutaţie — adică una constînd dintr-o succesiune de elipse sau bucle neregulate — se transformă treptat într-un mers rectiliniu înspre lumină. Mai întîi avem o succesiune de elipse cu axele mai lungi îndreptate spre lumină, fiecare din ele fiind descrisă din ce în ce mai aproape de sursa ei; apoi buclele sînt alungite într-o linie pronunţată în zigzag, cu cîte o mică buclă încă formîndu-se ici şi colo. În acelaşi timp în care mişcarea înspre lumină sporeşte în amplitudine şi este accelerată, cea în direcţia opusă se micşorează şi încetineşte, pînă în cele din urmă oprindu-se. Mişcarea în zigzag pe oricare din părţi se micşorează de asemenea treptat, aşa încît în cele din urmă mersul devine rectiliniu. Astfel, sub stimulul unei lumini relativ puternice nu există nici o irosire inutilă de forţă.

Deoarece la plante fiecare caracter este mai mult sau mai puţin variabil, nu pare să existe vreo mare dificultate în a crede că mişcările lor de circumnutaţie au putut fi sporite sau modificate prin conservarea unor indivizi care variază. Moştenirea mişcărilor obişnuite este o întîmplare necesară acestui proces de

[13] Francis Darwin, *On the Hygroscopic Mechanism* etc. „Trans. Linn. Soc.", 1876, seria a II-a, vol. I, p. 149.

[14] Wiesner a făcut observaţii în aproape acelaşi sens în legătură cu frunzele: *Die undulierende Nutation der Internodien*, p. 6, extras din Sitz. d. K. Akad. der Wissensch., Viena, 1878, vol. LXXVII.

selecție sau de supraviețuire a celor mai apți, și avem motive valabile de a crede că mișcările obișnuite sînt ereditare la plante. În cazul speciilor volubile, mișcările de circumnutație au sporit în amplitudine și au devenit mai circulare, aici stimulul fiind intern sau înnăscut. La plantele care dorm, mișcările au devenit mai ample și adesea și-au schimbat direcția; și aici stimulul este alternarea de lumină și întuneric, ajutată însă de ereditate. În cazul heliotropismului, stimulul este luminatul inegal al celor două părți ale plantei, ceea ce determină, ca și în cazurile anterioare, modificarea mișcării de circumnutație în așa fel încît organul să se aplece spre lumină. O plantă care a devenit heliotropă prin mijloacele de mai sus, ar putea să piardă ușor această tendință, dacă judecăm după cazurile date mai sus, de îndată ce ea devine inutilă sau vătămătoare. O specie care a încetat de a fi heliotropă ar putea de asemenea deveni apheliotropă prin păstrarea indivizilor care tindeau să circumnuteze (deși cauza acestei variații precum și a majorității celorlalte este necunoscută) într-o direcție mai mult sau mai puțin opusă aceleia de unde provine lumina. În același fel, o plantă poate deveni diaheliotropă.

CAPITOLUL AL X-LEA

CIRCUMNUTAȚIA MODIFICATĂ: MIȘCĂRILE STIMULATE DE FORȚA GRAVITAȚIEI

Mijloace de observație — Apogeotropism — *Cytisus* — *Verbena* — *Betta* — Transformarea treptată a mișcării de circumnutație în apogeotropism la *Rubus*, *Lilium*, *Phalaris*, *Avena* și *Brassica* — Apogeotropismul întîrziat de către heliotropism — Mișcare efectuată cu ajutorul articulațiilor sau pulvinelor — Mișcările pedunculilor florali de *Oxalis* — Observații generale asupra apogeotropismului — Geotropismul — Mișcările radiculelor — Îngroparea capsulelor — Utilitatea procesului — *Trifolium subterraneum* — *Arachis* — *Amphicarpaea* — Diageotropism — Concluzie.

Scopul nostru în capitolul de față este să arătăm că geotropismul apogeotropismul și diageotropismul sînt forme modificate de circumnutație. Fire extrem de subțiri de sticlă cu două triunghiuri foarte mici de hîrtie au fost fixate de vîrfurile tulpinilor tinere, adesea de hipocotilele plantulelor, de pedunculi florali, de radicule etc. și mișcările organelor au fost apoi înregistrate pe plăci verticale și orizontale de sticlă în modul descris anterior. Trebuie amintit că, deoarece tulpinile și alte organe devin din ce în ce mai oblice față de plăcile de sticlă, desenele înregistrate pe acestea se măresc neapărat din ce în ce mai mult. Plantele erau ferite de lumină, în afară numai de cazul cînd se făceau observațiile și atunci lumina, care era întotdeauna slabă, a fost lăsată să intre în așa fel, încît să stînjenească cît mai puțin posibil mișcarea în curs; și nu am detectat nici o dovadă a unei asemenea interferențe.

Atunci cînd observam gradațiile dintre circumnutație și heliotropism, am avut marele avantaj de a putea diminua lumina, la geotropism însă experiențe analoge erau natural imposibile. Am putut totuși observa mișcările tulpinilor depărtate la început numai cu puțin față de verticală, în care caz geotropismul nu a acționat nici pe departe cu aceeași forță ca atunci cînd tulpinile erau orizontale sau în unghi drept față de forța de atracție. Au fost de asemenea alese plante care nu erau decît slab geotrope sau apogeotrope, care deveniseră așa din cauză că îmbătrîniseră puțin. O altă metodă era de a așeza tulpinile așa încît să fie îndreptate cu 30 sau 40° sub orizontală și atunci apogeotropismul a avut foarte mult de acționat înainte ca tulpina să se îndrepte; or, în acest caz circumnutația obișnuită

adesea nu a fost complet anulată. O altă metodă era ca seara să se observe plantele care în timpul zilei se curbaseră mult heliotropic; deoarece, sub lumina care descreștea treptat, tulpinile lor s-au îndreptat prin acțiunea apogeotropismului; și în acest caz circumnutația modificată a fost uneori foarte vizibilă.

Apogeotropism. — Pentru observație s-au ales plante aproape la întîmplare, însă din familii cu totul diferite. Dacă tulpina unei plante chiar moderat de sensibilă la apogeotropism este așezată orizontal, partea superioară în creștere se curbează repede în sus, așa încît devine verticală; și linia trasă prin unirea punctelor făcute succesiv pe o placă de sticlă este în general aproape dreaptă. De exemplu, o plantă tînără de *Cytisus fragrans*, înaltă de 30 cm, a fost astfel așezată încît tulpina proemina cu 10° sub orizontală și mersul i-a fost înregistrat timp de 72 de ore. La început s-a aplecat foarte puțin (fig. 182), datorită

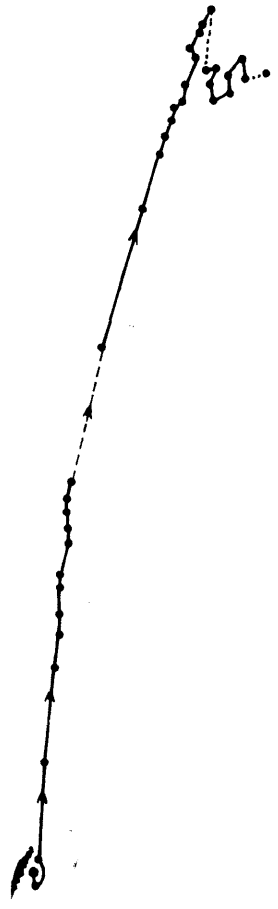


Fig. 182. — *Cytisus fragrans.* Mișcarea apogeotropă a unei tulpini de la 10° sub orizontală pînă la 60° deasupra ei, înregistrată pe o placă verticală de sticlă de la 12 martie, ora 8,30, pînă la 13 martie, ora 22,30; mișcarea ulterioară de circumnutație este de asemenea arătată pînă la 15 martie, ora 6,45; mersul nocturn este reprezentat, ca de obicei, printr-o linie punctată; mișcarea nu este foarte mult mărită, iar desenul este redus la două treimi din scara inițială.

fără îndoială greutății tulpinii, deoarece aceasta s-a întîmplat și la majoritatea celorlalte plante observate care cu siguranță că circumnutau, deși adesea liniile descendente, scurte, erau oblice. După trei sferturi de oră tulpina a început să se curbeze în sus, repede în primele două ore, și mult mai încet în timpul după-amiezii și al nopții, precum și în ziua următoare. În a doua noapte ea s-a aplecat puțin și a circumnutat în ziua următoare, însă ea s-a deplasat de asemenea puțin spre dreapta, ceea ce a fost determinat de faptul că puțină lumină a putut intra întîmplător din această parte. Tulpina era înclinată acum cu 60° deasupra orizontalei, deci se ridicase cu 70°. Dacă i s-ar fi lăsat timp, probabil că ar fi devenit verticală și ar fi continuat fără îndoială să circumnuteze. Singura trăsătură remarcabilă în figura arătată aci este mersul parcurs în linie dreaptă. Tulpina nu s-a mișcat însă în sus cu o viteză uniformă și uneori stătea aproape sau complet nemișcată. Asemenea perioade reprezintă probabil încercări de a circumnuta în direcția opusă apogeotropismului.

Tulpina erbacee de *Verbena melindres* (?) așezată orizontal s-a ridicat atît de mult în 7 ore, încît nu a mai putut fi observată pe placa verticală de sticlă din fața plantei. Linia lungă care a fost înregistrată era aproape complet dreaptă. După cele 7 ore tulpina încă a mai continuat să se ridice, însă acum nu mai circumnuta decît puțin. În ziua următoare ea stătea vertical și circumnuta regulat, după cum se vede în figura 82, dată în capitolul al IV-lea. Tulpinile mai multor alte plante foarte sensibile față de apogeotropism s-au ridicat în sus în linii aproape drepte și apoi au început brusc să circumnuteze. Un hipocotil oarecum bătrîn, parțial veștejit, de pe o plantulă de varză (înaltă de 6,8 cm) era atît de sensibil încît, atunci cînd a fost pus într-un unghi de numai 23° de la perpendiculară, el a devenit vertical în 33 de minute. Deoarece în poziția puțin înclinată de mai sus, apogeotropismul nu a

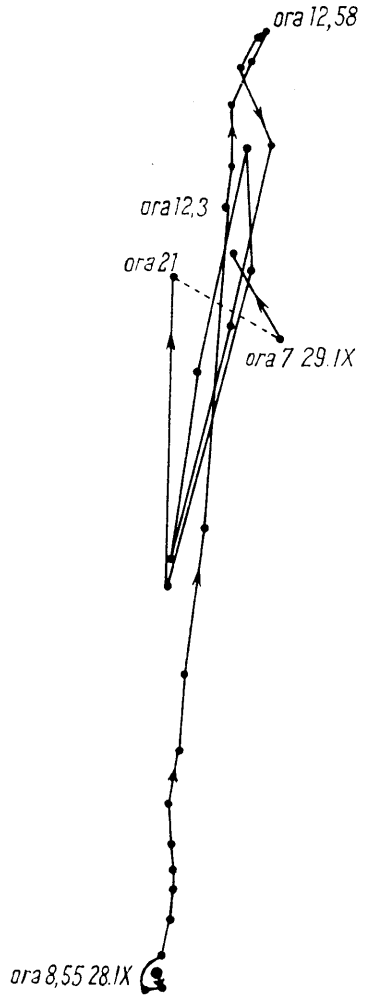


Fig. 183. — *Beta vulgaris*. Mișcarea apogeotropă a unui hipocotil de la 19° sub orizontală pînă într-o poziție verticală, cu circumnutație ulterioară, înregistrată pe o placă orizontală de sticlă de la 28 septembrie, ora 6,28, pînă la 29 septembrie, ora 8,40; figura redusă la o treime din scara inițială.

putut acționa puternic asupra lui, ne-am așteptat ca el să fi circumnutat sau cel puțin să fi mers în zigzag. În conformitate cu aceasta, s-au marcat puncte din 3 în 3 min, însă, cînd acestea au fost unite, linia era aproape dreaptă. Chiar după ce acest hipocotil devenise vertical, el a continuat să înainteze timp de o jumătate de oră în aceeași direcție generală, însă în zigzag. În decursul următoarelor 9 ore el a circumnutat regulat, descriind 3 elipse mari. În acest caz, cu toate că acționa într-un unghi foarte defavorabil, apogeotropismul a învins complet mișcarea obișnuită de circumnutație.

Hipocotilele de *Beta vulgaris* sînt foarte sensibile la apogeotropism. Unul a fost astfel așezat încît să proemineze cu 19° sub orizontală; la început el s-a aplecat foarte puțin (fig. 183), datorită, fără îndoială, propriei sale greutăți; însă, deoarece circumnuta, linia era oblică. În decursul următoarelor 3 ore și 8 min el s-a ridicat într-o linie aproape dreaptă, tre-

cînd printr-un unghi de 109°, iar apoi (la ora 12,03) stătea vertical. Timp de 55 min el a continuat să se miște în aceeași direcție generală dincolo de perpendiculară, însă în zigzag. El s-a întors tot într-o linie în zigzag și apoi a circumnutat regulat, descriind în restul zilei trei elipse mari. Trebuie observat că în această figură dimensiunea elipselor este exagerată față de linia dreaptă ascendentă, datorită poziției plăcilor verticale și orizontale de sticlă. Un alt hipocotil relativ bătrîn a fost astfel așezat încît să stea la numai 31° de verticală, poziție în care apogeotropismul nu a acționat decît cu puțină forță și ca urmare mersul lui a fost puțin în zigzag.

Cotiledoanele în formă de teacă (coleoptil) de *Phalaris canariensis* sînt extrem de sensibile la apogeotropism. Unul a fost așezat în așa fel încît să proemineze cu 40° sub orizontală. Deși era relativ bătrîn și înalt de 3,25 cm, el a devenit vertical în 4 ore și 30 min, după ce a trecut printr-un unghi de 130° într-o linie aproape dreaptă. El a început apoi brusc să circumnuteze în modul obișnuit. După ce prima frunză începe să iasă, cotiledoanele acestei plante nu sînt decît puțin apogeotrope, deși încă mai continuă să circumnuteze. Unul în acest stadiu de dezvoltare a fost așezat orizontal și nu a devenit vertical nici chiar după 13 ore și mersul lui era ușor în zigzag. De asemenea, un hipocotil relativ bătrîn de *Cassia tora* (înalt de 2,9 cm) a avut nevoie de 28 de ore pentru a deveni vertical, iar mersul i-a fost evident în zigzag; pe cînd hipocotilele mai tinere s-au mișcat mult mai repede, într-o linie aproape dreaptă.

Atunci cînd o tulpină sau un alt organ așezat orizontal se ridică într-o linie în zigzag, putem deduce din numeroasele cazuri prezentate în capitolele noastre precedente că avem o formă modificată de circumnutație; cînd însă mersul este în linie dreaptă, nu există nici o dovadă de circumnutație și oricine ar putea pretinde că această din urmă mișcare fusese înlocuită de una de un fel cu totul distinct. Această ipoteză pare să fie mai probabilă (deoarece a avut uneori loc la hipocotilele de *Brassica* și *Beta*, la tulpinile de *Cucurbita* și la cotiledoanele de *Phalaris*), atunci cînd porțiunea respectivă, după ce se curbează în sus în linie dreaptă, începe brusc să circumnuteze din plin în mod obișnuit. Un exemplu destul de bun al unei modificări de acest fel, adică de la o mișcare aproape verticală în sus la una de circumnutație, este arătată în figura 183; cazuri și mai izbitoare au fost observate însă ocazional la *Betta*, *Brassica* și *Phalaris*.

Vom descrie acum cîteva cazuri în care se vede cît de treptat circumnutația se modifică în apogeotropism în condițiile ce se vor specifica în fiecare caz.

Rubus idaeus (hibrid). — O plantă tînără, înaltă de 27,5 cm, care creștea într-un ghiveci, a fost așezată orizontal și mișcarea ascendentă a fost înregistrată timp de aproape 70 de ore; planta însă, cu toate că creștea viguros, nu era foarte sensibilă la apogeotropism sau nu era capabilă de a se mișca repede, deoarece în timpul de mai sus, ea nu s-a ridicat decît cu 67°. În diagramă (fig. 184) vedem că în primele 12 ore ea s-a ridicat într-o linie aproape dreaptă. Cînd a fost așezată orizontal ea evident că circumnuta, deoarece la început s-a ridicat puțin, în pofida greutății tulpinii, iar apoi ea s-a aplecat, așa încît nu a pornit în mersul ei permanent în sus decît după o oră și 25 min. A doua zi, cînd ea se ridicase considerabil și cînd apogeotropismul acționa asupra ei cu ceva mai puțină forță, mersul ei timp de 15 ore și 30 min era evident în zigzag, iar viteza mișcării ascendente nu era uniformă. A treia zi, tot de 15 ore și 30 min, cînd apogeotropismul acționa asupra ei cu și mai puțină forță, tulpina circumnuta evident, întrucît în decursul acestei zile ea s-a mișcat de 3 ori în sus și de 3 ori în jos, de 4 ori spre stînga și de 4 ori spre dreapta. Mersul era însă atît de complicat, încît aproape că nu putea fi înregistrat pe placa de sticlă. Putem vedea totuși că elipsele neregulate formate consecutiv s-au ridicat din ce în ce mai sus. Apogeotropismul a continuat să acționeze a patra dimineață, deoarece tulpina încă se mai ridica, deși acum ea era la numai 23° de verticală. În această diagramă se pot urmări diferitele stadii prin care un mers apogeotrop, aproape rectiliniu în sus, devine mai întîi în zigzag, iar apoi se transformă într-o mișcare de circumnutație, cu majoritatea elipselor neregulate formate consecutiv, îndreptate în sus.

Lilium auratum. — O plantă înaltă de 57,5 cm a fost așezată orizontal și partea superioară a tulpinii s-a ridicat cu 58° în 46 de ore, în modul arătat în diagrama alăturată (fig. 185). Vedem aici că în toată ziua a doua tulpina a circumnutat evident în timp ce se curba în sus prin apogeotropism. Ea urma să se mai ridice considerabil, deoarece atunci cînd s-a însemnat ultimul punct din desen, ea era la 32° față de o poziție verticală.

Phalaris canariensis. — Un cotiledon al acestei plante (înaltă de 3,25 cm) a fost descris mai sus ca ridicîndu-se în 4 ore și 30 min de la 40° sub orizontală pînă într-o poziție aproape verticală, trecînd printr-un unghi de 130°, într-o linie aproape dreaptă, începînd apoi brusc să circumnuteze. Un alt cotiledon ceva mai bătrîn și de aceeași înălțime (din care însă nu ieșise încă o frunză adevărată) a fost la fel așezat cu 40° sub orizontală. În primele 4 ore s-a ridicat printr-un mers aproape drept (fig. 186), așa încît la ora 13,10 era foarte aplecat și acum apogeotropismul a acționat cu mult mai puțină forță decît înainte și

← Fig. 184. — *Rubus idaeus.* Mișcarea apogeotropă a unei tulpini, înregistrată pe o placă verticală de sticlă timp de 3 zile și 3 nopți, de la 18 martie, ora 10,40, pînă la 21 martie, ora 8; figura redusă la jumătate din scara inițială.

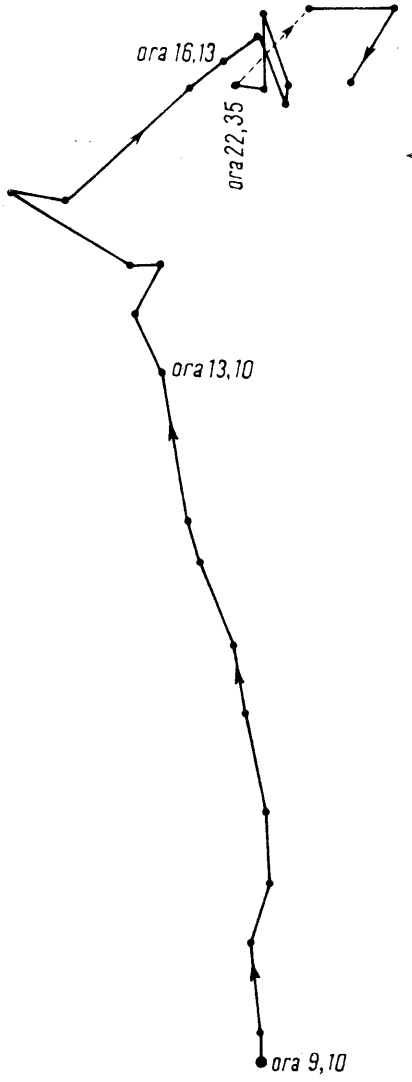
Fig. 185. — *Lilium auratum.* Mișcarea → apogeotropă a unei tulpini, înregistrată pe o placă verticală de sticlă timp de 2 zile și 2 nopți, de la 18 martie, ora 10,40, pînă la 20 martie, ora 8; figura redusă la jumătate din scara inițială.

cotiledonul a început să meargă în zigzag. La ora 16,15 (adică la 7 ore de la început) el stătea vertical și ulterior a continuat să circumnuteze în modul obișnuit în jurul aceluiași punct. Aici avem deci o modificare treptată dintr-un mers apogeotrop vertical în sus într-o circumnutație, în loc să apară o schimbare bruscă, ca în cazul anterior.

Avena sativa. — Atunci cînd sînt tinere, cotiledoanele în formă de teacă (coleoptile) sînt puternic apogeotrope și unele care au fost puse cu 45° sub orizontală s-au ridicat cu 90° în 7 sau 8 ore, în linii aproape absolut drepte. Un cotiledon relativ bătrîn, din care prima frunză începea să iasă pe cînd se făceau aceste observații, a fost așezat cu 10° sub orizontală și el s-a ridicat cu numai 59° în 24 de ore. El s-a comportat puțin diferit de orice altă plantă observată de noi, deoarece în primele 4 ore și 30 min el s-a ridicat într-o linie aproape dreaptă,

în următoarele 6 ore şi 30 min el a circumnutat, adică s-a aplecat şi iarăşi s-a ridicat într-un mers puternic în zigzag, apoi şi-a reluat mişcarea ascendentă într-o linie moderat de dreaptă şi, dacă ar fi avut timp, ar fi devenit, fără îndoială, vertical. În acest caz, după primele 4 ore şi 30 min circumnutaţia obişnuită a învins, pentru cîtva timp, aproape complet apogeotropismul.

Brassica oleracea. — Hipocotilele mai multor plantule tinere aşezate orizontal s-au ridicat vertical în sus în decurs de 6 sau 7 ore în linii aproape drepte. O plantulă care cres-



← Fig. 186. — *Lilium auratum.* Mişcarea apogeotropă a tulpinii, înregistrată pe o placă verticală de sticlă timp de 2 zile şi 2 nopţi, de la 18 martie, ora 10,40, pînă la 20 martie, ora 8; figura redusă la jumătate din scara iniţială.

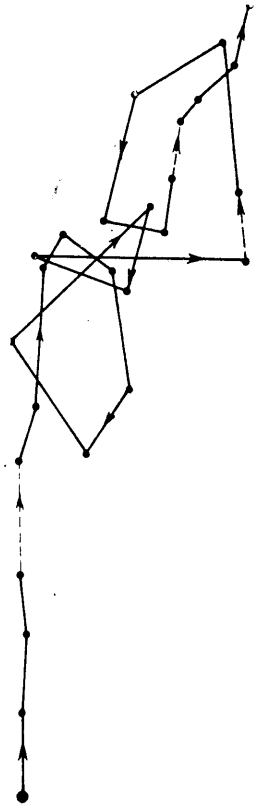


Fig. 187. — *Brassica oleracea.* Mişcarea → apogeotropă a unui hipocotil, înregistrată pe o placă verticală de sticlă de la 12 septembrie, ora 9,20, pînă la 13 septembrie, ora 8,30; partea superioară a figurii e mai mărită decît partea inferioară; dacă s-ar fi înregistrat întreg mersul (hipocotilului), linia verticală dreaptă ar fi fost mult mai lungă; aici figura este micşorată la o treime din scara iniţială.

cuse la întuneric pînă la înălţimea de 5,6 cm, şi era de aceea relativ bătrînă şi nu foarte sensibilă, a fost astfel aşezată încît hipocotilul proemina între 30 şi 40° sub orizontală. Numai partea superioară s-a curbat în sus şi în primele 3 ore şi 10 min s-a ridicat într-o linie aproape dreaptă (fig. 187); nu a fost însă posibil de a înregistra în prima oră şi 10 min pe placa verticală de sticlă mişcarea ascendentă, aşa încît linia aproape dreaptă din diagramă ar fi trebuit să fie mult mai lungă. În decursul următoarelor 11 ore hipocotilul a circumnutat, descriind figuri neregulate, fiecare din ele ridicîndu-se puţin deasupra celei formate anterior. În timpul nopţii şi devreme în dimineaţa următoare el a continuat să se ridice într-un mers în zigzag, aşa încît apogeotropismul încă mai acţiona. La sfîrşitul observaţiilor noastre, după 23 de ore (reprezentate prin punctul cel mai de sus din diagramă), hipocotilul încă mai era cu 32° faţă de verticală. Fără îndoială că pînă în cele din urmă el ar fi devenit vertical, descriind un număr suplimentar de elipse neregulate, una deasupra alteia.

Apogeotropismul întîrziat de heliotropism. — Atunci cînd tulpina vreunei plante se apleacă ziua către lumina laterală, apogeotropismul se împotrivește acestei mișcări; însă pe măsură ce seara lumina descrește treptat, această din urmă forță devine predominantă și trage tulpina înapoi într-o poziție verticală. Aici avem deci o bună ocazie de a observa cum acționează apogeotropismul, atunci cînd este îndeaproape echilibrat de o forță opusă. De exemplu, plantula de *Tropaeolum majus* (fig. 175) s-a mișcat înspre lumina slabă de seară într-o linie ușor în zigzag pînă la ora 18,45, pentru a reveni apoi la mersul ei pînă la ora 22,40, în care timp ea a mers în zigzag și a descris o elipsă de o dimensiune considerabilă. Hipocotilul de *Brassica oleracea* (fig. 175) s-a deplasat spre lumină într-o linie dreaptă, pînă la ora 17,15 și apoi dinspre lumină, executînd în mersul ei înapoi o mare curbură în unghi drept și apoi s-a întors pe o mică distanță spre sursa anterioară de lumină. După ora 19,10 nu s-a făcut nici o observație, în timpul nopții plantula și-a reluat însă poziția ei verticală. Un hipocotil de *Cassia tora* s-a mișcat seara într-o linie puțin în zigzag spre lumina descrescîndă, pînă la ora 18, și acum el era aplecat cu 20° de la verticală, după care a revenit la mersul lui, executînd înainte de ora 22,30 patru curbări mari aproape în unghi drept, completînd aproape o elipsă. Mai multe alte cazuri analoge au fost observate întîmplător și în toate s-a putut vedea că mișcarea apogeotropă consta din circumnutație modificată.

Mișcări apogeotrope efectuate cu ajutorul articulațiilor sau pulvinelor. — Se știe că mișcări de acest fel se întîlnesc la graminee, și sînt efectuate cu ajutorul bazelor îngroșate ale frunzelor lor care iau forma de teacă, în această parte tulpina fiind mai subțire în interior decît în altă parte [1]. Prin analogie cu toate celelalte pulvine, asemenea articulații ar trebui să continuie circumnutarea timp îndelungat, după ce părțile învecinate au încetat să crească. Am vrut de aceea să stabilim dacă așa era și la graminee; în caz afirmativ, curbarea în sus a tulpinilor lor atunci cînd sînt întinse orizontal sau cînd zac pe sol s-ar explica în conformitate cu ipoteza noastră și anume că apogeotropismul rezultă din circumnutație modificată. După ce aceste articulații s-au curbat în sus, ele sînt fixate în noua lor poziție prin creșterea sporită de-a lungul părților lor inferioare.

Lolium perenne. — O tulpină tînără, înaltă de 17,5 cm, constînd din 3 internodii, cu capitulul încă neieșit, a fost aleasă pentru observație. Un fir de sticlă lung și foarte subțire a fost fixat orizontal de tulpină deasupra și aproape de-al doilea internod, la 7,5 cm deasupra solului. Ulterior articulația s-a dovedit a fi în stare activă, deoarece partea sa inferioară s-a umflat prin acțiunea apogeotropismului (în modul descris de către Hugo de Vries), după ce tulpina fusese fixată timp de 24 de ore în poziție orizontală. Ghiveciul a fost astfel așezat încît capătul firului de sticlă se găsea sub obiectivul de 5 cm al unui microscop cu un micrometru ocular, fiecare diviziune a acestuia fiind egală cu 0,0125 mm. Capătul firului de sticlă a fost observat în repetate ori timp de 6 ore și s-a văzut că este în mișcare constantă; el a parcurs 5 diviziuni de micrometru (0,25 mm) în 2 ore. Ocazional el înainta prin salturi, unele fiind lungi de 0,025 mm, și apoi se retrăgea încet și puțin, pentru ca ulterior să salte din nou înainte. Aceste oscilații erau exact la fel cu cele descrise la *Brassica* și *Dionaea*, ele aveau însă loc numai ocazional. De aceea putem conchide că această articulație moderat de bătrînă, circumnuta încontinuu în mică măsură.

Alopecurus pratensis. — Unei plante tinere, înaltă de 27,5 cm, cu capitulul ieșit, însă cu florile încă nedesfăcute, i s-a fixat un fir subțire de sticlă imediat deasupra celei de-a doua articulație, la numai 5 cm deasupra solului. Internodul bazal lung de 5 cm a fost fixat de un suport pentru a împiedica orice posibilitate de a circumnuta. Extremitatea firului de sticlă, care proemina cu circa 50° deasupra orizontalei, a fost des observată timp de 24 de ore, în același fel ca în cazul anterior. Ori de cîte ori o priveam, ea era întotdeauna în mișcare și a parcurs 30 diviziuni de micrometru (0,15 cm) în 3 ore și 30 min; uneori ea s-a mișcat însă mai repede, deoarece o dată ea a parcurs 5 diviziuni într-o oră și jumătate. Ghiveciul a trebuit mutat ocazional, deoarece capătul firului de sticlă a ieșit din cîmpul vizual; însă, în măsura în care am putut aprecia, ziua el a urmat un traseu semicircular și a mers cu siguranță în două direcții diferite, formînd un unghi drept între ele. Uneori a oscilat în același fel ca și la specia anterioară, unele dintre salturile înainte fiind chiar de 0,025 mm. Putem conchide de aceea că articulațiile la această specie de graminee, ca și la cea precedentă,

[1] Această structură a fost recent descrisă de către Hugo de Vries într-un articol interesant: *Über die Aufrichtung des gelogerten Getreides*, „Landwirtschaftliche Jahrbücher", 1880, p. 478.

continuă să circumnuteze timp îndelungat ; așa încît această mișcare ar fi gata de a fi transformată într-o mișcare apogeotropă ori de cîte ori tulpina ar fi așezată într-o poziție ridicată sau orizontală.

Mișcările pedunculilor florali de Oxalis carnosa, datorate apogeotropismului și altor forțe. — Mișcările pedunculului floral principal și ale celor trei sau patru pedunculi secundari pe care fiecare peduncul principal al acestei plante îi are sînt extrem de complicate și sînt determinate de mai multe cauze distincte. Pe cînd florile se desfac, ambele feluri de pedunculi circumnutează în jurul aceluiași punct, după cum am văzut în capitolul al IV-lea (fig. 91). Însă curînd după ce florile au început să se veștejească, pedunculii secundari se apleacă în

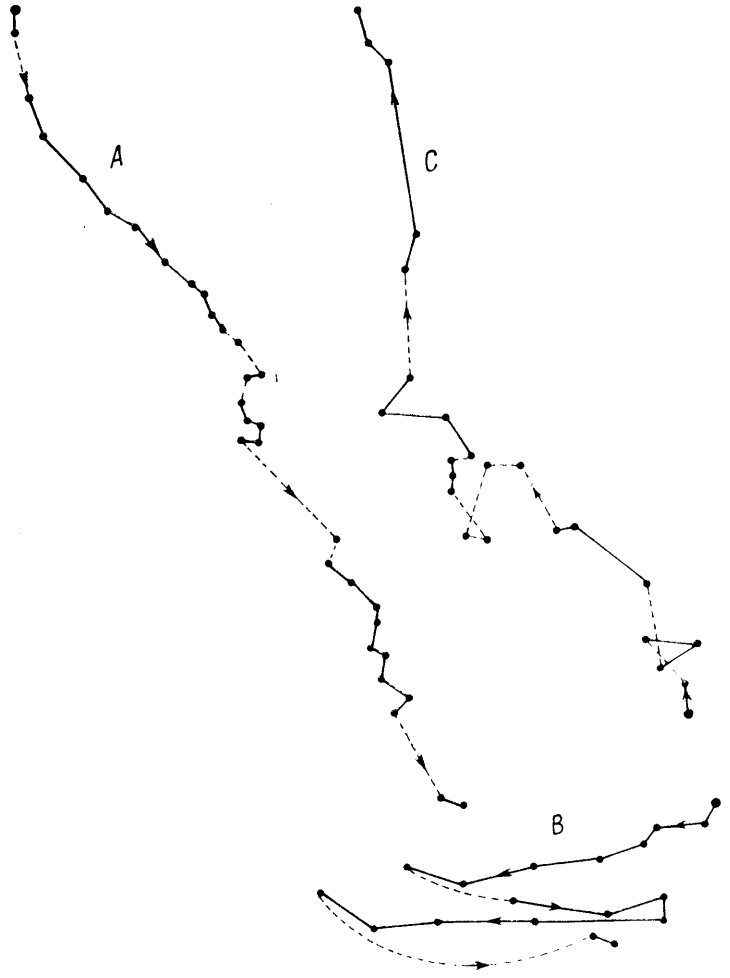


Fig. 188. — *Oxalis carnosa.* Mișcările pedunculilor florali, înregistrate pe o placă verticală de sticlă. *A*, mișcarea epinastică descendentă ; *B*, circumnutația pe cînd ei atîrnă vertical în jos ; *C*, mișcarea ascendentă ulterioară datorită apogeotropismului.

jos, ceea ce se datorește epinastiei ; deoarece, în două cazuri în care ghivecele au fost așezate orizontal, pedunculii secundari și-au luat aceeași poziție față de pedunculul floral principal, cum ar fi cazul dacă ei ar fi rămas verticali ; adică, fiecare din ei au format cu el un unghi de circa 40°. Dacă geotropismul sau apheliotropismul ar fi acționat asupra lor (deoarece planta era luminată de sus), ele ar fi fost îndreptate înspre centrul pămîntului. Un peduncul floral principal a fost fixat de un suport, în poziție verticală, și unul dintre pedunculii secundari verticali, care fusese observat circumnutînd pe cînd floarea se desfăcea, a continuat să circumnuteze cel puțin încă 24 de ore după ce se veștejise. El a început apoi să se aplece în jos și după 36 de ore era îndreptat puțin sub orizontală. O nouă figură a fost începută acum (fig. 188, *A*) și pedunculul secundar a fost înregistrat aplecîndu-se într-o linie în zigzag de la ora 19,20 în ziua de 19 pînă la ora 9 în ziua de 22. Acum el era îndreptat aproape vertical în jos și firul de sticlă a trebuit îndepărtat și fixat transversal de-a curmezișul bazei capsulei

tinere. Ne aşteptam ca pedunculul secundar să rămînă nemişcat în noua sa poziţie; el a continuat însă să oscileze încet, ca o pendulă, dintr-o parte într-alta şi anume într-un plan în unghi drept faţă de cel pe care coborîse. Această mişcare de circumnutaţie a fost observată de la ora 9 în ziua de 22 pînă la ora 9 în ziua de 24, după cum se vede în diagramă (fig. 188, *B*). Nu am mai putut observa acest peduncul secundar; el ar fi continuat să circumnuteze, fără îndoială, pînă ce capsula ar fi fost aproape coaptă (ceea ce necesită numai puţin timp) şi apoi s-ar fi mişcat în sus.

Mişcarea ascendentă (fig. 188, *C*) este efectuată parţial prin faptul că întregul pedunculul secundar se ridică în acelaşi mod în care el se aplecase anterior prin epinastie — şi anume la articulaţia unde se uneşte cu pedunculul floral principal. Deoarece această mişcare ascendentă a avut loc la plante ţinute în întuneric şi în orice poziţie pedunculul floral principal ar fi fost fixat, ea nu ar fi putut fi determinată de heliotropism sau de apogeotropism ci de hiponastie. Pe lîngă această mişcare la articulaţie, există o alta cu totul diferită, întrucît pedunculul secundar se curbează în sus în partea sa de mijloc. Dacă în acest timp pedunculul secundar este aplecat din întîmplare mult în jos, curbarea în sus este atît de mare, încît formează un cîrlig. Deoarece capătul superior purtînd capsula se aşază astfel întotdeauna vertical şi deoarece aceasta se întîmplă la întuneric şi în orice poziţie ar fi fost fixat pedunculul floral principal, curbarea ascendentă nu poate fi datorată heliotropismului sau hiponastiei, ci apogeotropismului.

Pentru a înregistra această mişcare ascendentă s-a fixat un fir de sticlă de pedunculul secundar purtînd o capsulă aproape coaptă, care începea să se curbeze în sus prin cele două mijloace descrise mai înainte. Mersul i-a fost înregistrat (fig. 188 *C*) timp de 53 de ore, cînd el a devenit aproape vertical. Se vede că mersul este puternic în zigzag, împreună cu cîteva bucle mici. Putem conchide de aceea că mişcarea constă dintr-o circumnutaţie modificată.

Diferitele specii de *Oxalis* profită probabil în modul următor de faptul că pedunculii lor secundari se curbează mai întîi în jos şi apoi în sus; se ştie că ei îşi împrăştie seminţele prin dehiscenţa capsulelor, ale căror pereţi sînt extrem de subţiri, ca foiţa de ţigară, aşa încît sînt uşor străbătuţi de ploaie. Însă, de îndată ce petalele se veştejesc, sepalele se ridică şi cuprind capsula tînără, formînd un acoperiş perfect deasupra ei de îndată ce pedunculul secundar s-a aplecat. Prin mişcarea ei ulterioară, ascendentă, capsula stă, cînd este coaptă, la o mai mare înălţime deasupra solului, cu de două ori lungimea pedunculului secundar, decît atunci cînd atîrna, fiind astfel în măsură să-şi împrăştie seminţele pe o distanţă mai mare. Sepalele care cuprind ovarul atîta timp cît este tînăr prezintă o adaptare suplimentară, desfăcîndu-se larg atunci cînd seminţele sînt coapte, aşa încît să nu stinghereaască împrăştierea lor. Se pare că în cazul lui *Oxalis acetosella* capsulele se îngroapă uneori sub frunze căzute sau sub muşchiul de pe sol, ceea ce nu se poate întîmpla cu cele de *O. carnosa*, deoarece tulpina lemnoasă este prea înaltă.

Oxalis acetosella. — Pedunculii sînt prevăzuţi la mijloc cu o articulaţie, aşa încît partea inferioară corespunde cu pedunculul principal, iar partea superioară cu unul din pedunculii secundari de *O. carnosa*. După ce floarea începe să se veştejească, partea superioară se apleacă, şi atunci întregul peduncul formează un cîrlig; din cazul speciei *O. carnosa* se poate deduce că această aplecare se datoreşte epinastiei. Cînd capsula este aproape coaptă, partea superioară se îndreaptă şi devine verticală, ceea ce se datoreşte hiponastiei sau apogeotropismului sau ambelor combinate şi nu heliotropismului, deoarece aceasta s-a întîmplat la întuneric. Partea scurtă în formă de cîrlig a pedunculului unei flori cleistogame, avînd o capsulă aproape coaptă, a fost observată la întuneric timp de 3 zile. La început vîrful capsulei era îndreptat vertical în jos, însă în decurs de trei zile el s-a ridicat cu 90°, aşa încît acum proemina orizontal. Mersul în timpul ultimelor două zile este arătat în figura 189 şi se poate vedea cît de mult circumnutează pedunculul pe cînd se ridică. Liniile mişcării principale erau în unghi drept faţă de planul părţii iniţial încovoiate în formă de cîrlig. Desenul nu a mai fost continuat, însă după alte două zile pedunculul cu capsula sa se îndreptaseră şi stăteau vertical.

Observaţiile finale asupra apogeotropismului. — Atunci cînd, din oricare cauză, geotropismul slăbeşte, el acţionează, după cum se vede din diferitele cazuri de mai sus, sporind mişcarea de circumnutaţie, întotdeauna prezentă, într-o direcţie opusă forţei gravităţii sau micşorînd această mişcare în direcţia forţei gravităţii, precum şi mişcarea spre oricare din cele două părţi. Viteza mişcării ascendente

devine astfel inegală și uneori este întreruptă de perioade staționare. Ori de cîte ori elipse sau bucle neregulate mai sînt încă formate, axele lor mai lungi sînt aproape întotdeauna îndreptate în direcția gravității, după cum s-a întîmplat și cu mișcările heliotrope față de lumină. Deoarece apogeotropismul acționează din ce în ce mai energic, elipsele sau buclele încetează de a mai fi formate și mersul devine la început puternic în zigzag, apoi din ce în ce mai puțin în zigzag, iar pînă în cele din urmă rectiliniu. Din această gradație în natura mișcării și mai ales din toate părțile în creștere, numai asupra cărora (afară numai cînd există

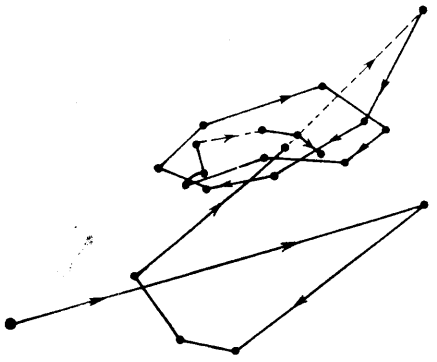


Fig. 189. — *Oxalis acetosella*. Drumul urmat de partea superioară a unui pedunculi în timp ce se ridică, înregistrat de la 1 iunie, ora 11, pînă la 3 iunie, ora 9; aici figura este redusă la jumătate din scara inițială.

pulvine) acționează apogeotropismul și care circumnutează în mod continuu, putem conchide că chiar un mers rectiliniu nu este decît o formă extrem de modificată de circumnutație. Este remarcabil cum o tulpină sau vreun alt organ, care este foarte sensibil la apogeotropism și care s-a curbat în sus în linie dreaptă, este adesea dus, ca prin inerție, dincolo de verticală. Tulpina se curbează apoi puțin înapoi pînă într-un punct în jurul căruia, în cele din urmă, circumnutează. Două asemenea cazuri au fost observate la hipocotilele de *Beta vulgaris*, din care unul este arătat în figura 183, și alte două cazuri la hipocotilele de *Brassica*. Mișcarea, ca de inerție, rezultă probabil din efectele acumulate ale apogeotropismului. Cu scopul de a observa cît de mult au durat aceste efecte ulterioare, s-a așezat un ghiveci cu plantule de *Beta* cu o parte la întuneric și în 3 ore și 15 min hipocotilele s-au ridicat considerabil. Tot la întuneric ghiveciul a fost așezat apoi vertical și mișcările celor două hipocotile au fost înregistrate; unul a continuat să se curbeze în direcția sa anterioară, acum opusă apogeotropismului, timp de 37, poate 48 de minute; însă după 61 de minute s-a deplasat în direcție opusă. Celălalt hipocotil și-a continuat mersul anterior timp de cel puțin 37 de minute, după ce a fost așezat vertical.

Apogeotropismul acționează în grad foarte diferit asupra diferitelor specii și diferitelor părți ale aceleiași specii. Plantulele tinere, care în majoritate circumnutează rapid și amplu, se curbează în sus și devin verticale în mai scurt timp decît oricare plantă mai bătrînă observată de noi; nu știu însă dacă aceasta se datorește sensibilității lor mai mari la apogeotropism sau numai flexibilității lor mai mari. Un hipocotil de *Beta* a parcurs un unghi de 109° în 3 ore și 8 min, iar un cotiledon de *Phalaris* un unghi de 130° în 4 ore și 30 min. Pe de altă parte, tulpina unei *Verbena* erbacee s-a ridicat cu 90° în aproximativ 24 de ore; cea de *Rubus* cu 67° în 70 de ore; cea de *Cytisus* cu 70° în 72 de ore; cea a unui stejar american tînăr cu numai 37° în 72 de ore. Tulpina unui *Cyperus alternifolius* tînăr nu s-a ridicat decît cu numai 11° în 96 de ore; curbarea fiind limitată la

toate numai aproape de bază. Cu toate că cotiledoanele în formă de teacă de la *Phalaris* sînt extrem de sensibile la apogeotropism, primele frunze adevărate care sînt emise de ele nu au manifestat decît o urmă de această acțiune. Două frunze ale unei ferigi, *Nephrodium molle*, ambele tinere și una cu vîrful încă curbat spre interior, au fost ținute timp de 46 de ore în poziție orizontală și în acest timp ele s-au ridicat atît de puțin, încît era îndoielnic dacă exista vreo mișcare apogeotropă adevărată.

Cel mai curios caz pe care îl cunoaștem, al unei diferențe de sensibilitate față de forța gravitației și în consecință de mișcare, în diferite părți ale aceluiași organ, este cel prezentat de peţiolurile cotiledoanelor de *Ipomoea leptophylla*. Partea bazală, pe o mică distanță, acolo unde se unește cu hipocotilul și cu radicula încă nedezvoltate, este puternic geotropă, în vreme ce întreaga parte superioară este puternic apogeotropă. După cîtva timp epinastia acționează însă asupra unei porțiuni în apropierea limburilor cotiledoanelor și o apleacă cu scopul de a ieși din pămînt în formă de arc; ulterior ea se îndreaptă și apogeotropismul acționează din nou asupra ei.

O ramură de *Cucurbita ovifera* așezată orizontal s-a deplasat în sus, în linie dreaptă, timp de 7 ore, pînă ce era cu 40° deasupra orizontalei; ea a început apoi să circumnuteze ca și cînd datorită naturii ei tîrătoare nu avea nici o tendință să se ridice mai sus. O altă ramură verticală a fost fixată de un suport, aproape de baza unui cîrcel și ghiveciul a fost așezat apoi orizontal la întuneric. În această poziție, cîrcelul a circumnutat și în decurs de 14 ore a executat mai multe elipse mari, cum a făcut și în ziua următoare; însă în tot acest timp el nu a fost influențat cîtuși de puțin de apogeotropism. Pe de altă parte, atunci cînd ramuri ale unei alte cucurbitacee, *Echinocystis lobata*, au fost fixate la întuneric așa încît cîrceii atîrnau sub orizontală, aceștia au început imediat să se curbeze în sus și, pe cînd se mișcau în acest fel, ei au încetat să circumnuteze evident, în vreun fel oarecare; însă îndată ce au devenit orizontali, ei au reînceput să se rotească bătător la ochi [2]. Cîrceii de *Passiflora gracilis* sînt de asemenea apogeotropi. Două ramuri au fost legate în jos în așa fel încît cîrceii lor erau îndreptați cu multe grade sub orizontală. Unul a fost observat timp de 8 ore, în care timp el s-a ridicat, descriind două cercuri unul peste altul. În primele 4 ore celălalt cîrcel s-a ridicat într-o linie moderat de dreaptă, executînd totuși o mică buclă în mersul său; el se afla apoi cu circa 45° deasupra orizontalei, unde a circumnutat în celelalte opt ore de observație.

O parte sau un organ care, atîta timp cît este tînăr este extrem de sensibil la apogeotropism, încetează de a mai fi sensibil pe măsură ce îmbătrînește; ceea ce este remarcabil, întrucît arată independența acestei sensibilități și a mișcării de circumnutație, și că uneori aceasta din urmă continuă cîtva timp după ce toată capacitatea de curbare dinspre centrul pămîntului a fost pierdută. Astfel, o plantulă de portocal avînd numai 3 frunze tinere, cu o tulpină relativ rigidă, nu s-a curbat cîtuși de puțin în sus în decurs de 24 de ore, în timp ce se întindea orizontal; totuși ea a circumnutat tot timpul pe un spațiu redus. Hipocotilul unei plantule tinere de *Cassia tora*, așezat la fel, a devenit vertical în 12 ore, cel al unei plantule mai bătrîne, înaltă de 3,125 cm, a devenit vertical în 28 de ore, iar cel al uneia și mai bătrîne, înaltă de 3,75 cm, a rămas orizontal timp de două zile, însă circumnutînd vizibil în acest timp.

[2] Pentru detalii vezi *The Movements and Habits of Climbing Plants*, 1875, p. 131.

Cînd cotiledoanele de *Phalaris* sau *Avena* sînt așezate orizontal, partea cea mai de sus se curbează mai întîi în sus și apoi partea inferioară; în consecință, după ce partea inferioară s-a curbat mult în sus, partea superioară este obligată să se curbeze înapoi într-o direcție opusă, pentru a se îndrepta și a sta vertical; și acest proces ulterior de îndreptare este de asemenea datorat apogeotropismului. Partea superioară a 8 cotiledoane tinere de *Phalaris* a devenit rigidă, fiind fixată de vergele subțiri de sticlă, așa încît această parte nu se putea curba cîtuși de puțin; totuși partea bazală nu a fost împiedicată de a se curba în sus. O tulpină sau un alt organ care se curbează în sus prin apogeotropism exercită o forță considerabilă; propria sa greutate, care natural trebuia ridicată, era suficientă în aproape toate cazurile pentru a face ca partea să se aplece mai întîi puțin în jos; însă mersul descendent a devenit adesea oblic prin mișcarea simultană de circumnutație. Cotiledoanele de *Avena* așezate orizontal, pe lîngă că își ridicau propria lor greutate, au fost capabile să cresteze nisipul moale de deasupra lor, așa încît să lase mici spații deschise, semilunare, la partea inferioară a bazelor lor; ceea ce este o dovadă remarcabilă a forței exercitate.

Întrucît vîrfurile cotiledoanelor de *Phalaris* și *Avena* se curbează în sus prin acțiunea apogeotropismului înaintea părții bazale și, deoarece, atunci cînd sînt excitate de o lumină laterală, aceleași vîrfuri transmit o oarecare influență părții inferioare, făcînd-o să se aplece, ne-am gîndit că aceeași regulă se poate aplica și la apogeotropism. În consecință, s-au tăiat și îndepărtat vîrfurile a 7 cotiledoane de *Phalaris* pe o distanță, în trei cazuri, de 0,5 cm și în alte patru cazuri de 0,35, 0,3, 0,25 și 0,175 cm. Însă, după ce au fost întinse orizontal, aceste cotiledoane s-au curbat în sus tot atît de eficient ca și exemplarele nemutilate din aceleași ghivece, arătînd că sensibilitatea la forța gravitației nu este limitată la vîrfurile lor.

GEOTROPISM

Această mișcare este direct contrarie apogeotropismului. Multe organe se apleacă prin epinastie sau apheliotropism sau prin propria lor greutate; am întîlnit însă foarte puține cazuri de mișcare descendentă datorată geotropismului la organe subaeriene. În secțiunea următoare vom prezenta însă un exemplu bun, în cazul speciei *Trifolium subterraneum* și probabil în cel de *Arachis hypogaea*.

Pe de altă parte, toate rădăcinile care pătrund în pămînt (inclusiv pețiolurile modificate în formă radiculară de *Megarrhiza* și *Ipomoea leptophylla*) sînt îndrumate în mersul lor descendent de către geotropism; și la fel multe rădăcini aeriene, în vreme ce altele, ca cele de iederă, par indiferente la acțiunea lui. În primul nostru capitol s-au descris mișcările radiculelor mai multor plantule. Se poate vedea acolo (fig. 1) cum o radiculă de varză circumnutează, atunci cînd este îndreptată vertical în sus, așa încît geotropismul să nu acționeze decît foarte puțin asupra ei; și cum altă radiculă (fig. 2), care la început a fost așezată într-o poziție înclinată, s-a aplecat într-o linie în zigzag, uneori rămînînd cîtva timp staționară. Alte două radicule de varză s-au deplasat în jos într-un mers aproape rectiliniu. O radiculă de bob așezată vertical (fig. 20) a executat o curbură mare și a mers în zigzag; însă pe măsură ce se curba în jos și geotropismul acționa mai puternic asupra ei, ea a urmat un mers aproape drept. O radiculă de cucurbitacee îndreptată în sus (fig. 26) la început a mers de asemenea în zigzag și a descris mici bucle; apoi ea s-a deplasat în linie

dreaptă. Aproape același rezultat a fost observat la radicule de *Zea mays*. Însă cea mai bună dovadă de legătură dintre circumnutație și geotropism a fost oferită de radiculele de *Phaseolus*, *Vicia* și *Quercus* și într-o mai mică măsură de cele de *Zea* și *Aesculus* (fig. 18, 19, 21, 41 și 52); deoarece atunci cînd acestea au fost obligate să crească și să alunece în jos pe suprafețe foarte înclinate de sticlă înnegrită, ele au lăsat urme distinct sinuoase.

Îngroparea capsulelor de semințe: *Trifolium subterraneum*. — Capitulele acestei plante sînt remarcabile prin faptul că produc numai 3 sau 4 flori perfecte, situate în exterior. Toate celelalte numeroase flori avortează și sînt modificate în puncte rigide cu un mănunchi de vase suindu-se la centrul lor. După cîtva timp, 5 proeminențe lungi, elastice, în formă de gheară, reprezentînd diviziunile caliciului, se dezvoltă pe vîrfurile lor. De îndată ce florile perfecte se veștejesc, ele se apleacă în jos, presupunînd că pedunculul stă vertical și apoi ele înconjură strîns partea lui superioară. Această mișcare este datorată epinastiei, după cum este de asemenea cazul la florile de *T. repens*. Pînă în cele din urmă florile centrale imperfecte urmează, una după alta, același mers. În vreme ce florile perfecte se apleacă, întregul peduncul se apleacă și crește mult în lungime pînă ce capitulul atinge pămîntul. Vaucher [3] spune că atunci cînd planta este astfel așezată încît capitulele să nu poată atinge curînd solul, pedunculii cresc pînă la lungimea extraordinară de 20 la 22,5 cm. În orice poziție ar fi așezate ramurile, partea superioară a pedunculului se curbează mai întîi vertical în sus prin heliotropism; însă de îndată ce florile încep să se veștejească, începe curbarea în jos a întregului peduncul. Deoarece această din urmă mișcare a avut loc la întuneric complet și la pedunculi care ies din ramuri verticale sau pendente, ea nu poate fi datorată heliotropismului sau epinastiei, ci trebuie atribuită geotropismului. Nouăsprezece capitule verticale, pornind din ramuri în diferite poziții, de pe plante crescînd într-o seră caldă, au fost însemnate cu ață și, după 24 de ore, șase dintre ele atîrnau vertical, acestea parcurgînd deci, în acest timp, 180°. Zece au fost întinse suborizontal și acestea s-au deplasat cu circa 90°. Trei pedunculi foarte tineri nu se deplasaseră însă decît puțin în jos, însă după alte 24 de ore erau aplecate considerabil.

Cînd capitulele ating pămîntul, florile imperfecte mai tinere din centru încă mai sînt strîns presate între ele, formînd o proeminență conică, în vreme ce florile perfecte și imperfecte din afară sînt răsfrînte în sus și înconjură strîns pedunculul. Ele sînt astfel adaptate încît să ofere cît mai puțină rezistență, pe cît permite cazul, pătrunderii în pămînt, deși diametrul capitulului este încă mare. Mijloacele prin care se efectuează această pătrundere vor fi descrise îndată. Capitulele sînt capabile să se îngroape în pămîntul de grădină afînat și ușor în nisip sau în zgură cernută fin, îngrămădită relativ strîns. Adîncimea la care au pătruns, măsurată de la suprafață pînă la baza capitulului era între 0,625 și 1,25 cm, într-un caz însă puțin peste 1,5 cm. La o plantă ținută în casă, un capitul s-a îngropat parțial în nisip în 6 ore; după 3 zile nu se mai vedeau decît vîrfurile caliciurilor răsfrînte, iar după 6 zile tot capitulul dispăruse. Din observații ocazionale credem însă că la plante crescînd în aer liber capitulele se îngroapă într-un timp mult mai scurt.

După ce capitulele s-au îngropat, florile centrale avortate se măresc considerabil în lungime și rigiditate și se albesc. Ele se curbează treptat, una după alta, în sus sau înspre peduncul, după cum au făcut la început florile perfecte. Mișcîndu-se astfel, ghearele lungi ale vîrfurilor lor duc cu ele puțin pămînt. Deci, un capitul care a fost îngropat timp suficient, formează o sferă relativ mare constînd din flori avortate, separate între ele prin pămînt și înconjurînd micile capsule (produsul florilor perfecte) care stau strîns în jurul părții superioare a pedunculului. Caliciile florilor perfecte și imperfecte sînt acoperite cu peri simpli și multicelulari care au capacitatea de absorbție, deoarece, atunci cînd sînt puse într-o soluție slabă de carbonat de amoniu (0,13 g la 28,25 g apă), conținutul lor protoplasmatic se strînge imediat, iar ulterior manifestă obișnuitele mișcări încete. Acest trifoi crește în general în pămînt uscat, nu știu însă dacă capacitatea de absorbție de către perii de pe capitulele îngropate este de vreo importanță pentru ele. Numai cîteva dintre capitule, care din cauza poziției lor nu sînt în măsură să atingă solul și să se îngroape, produc semințe; în vreme ce, pe cît am putut observa, cele îngropate nu au dat niciodată greș de a produce tot atîtea semințe cîte flori perfecte erau.

[3] *Hist. Phys. des Plantes d'Europe*, vol. II, 1841, p. 106.

Vom examina acum mișcările pedunculului pe cînd se apleacă spre pămînt. În capitolul al IV-lea am văzut (fig. 92) că un capitul vertical tînăr circumnutează evident, și că această mișcare continuă după ce pedunculul începuse să se aplece. Același peduncul a fost observat atunci cînd era ridicat într-un unghi de 19° deasupra orizontalei și el a circumnutat

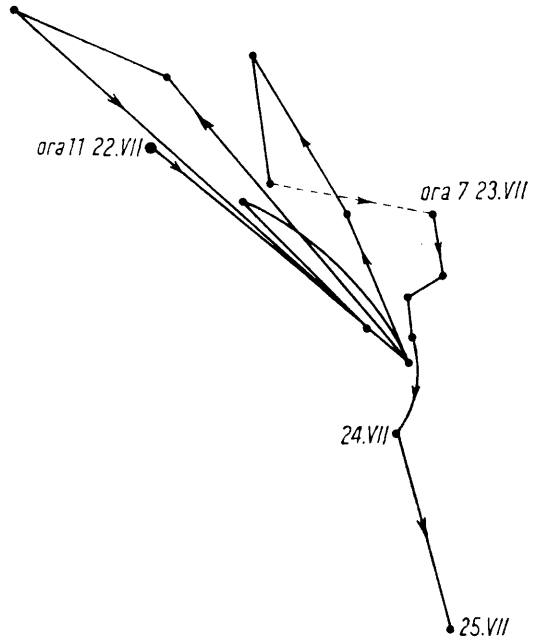


Fig. 190. — *Trifolium subterraneum.* Mișcarea descendentă a unui peduncul de la 19° sub orizontală pînă într-o poziție aproape vertical pendentă, înregistrată de la 22 iulie, ora 11, pînă în dimineața zilei de 25 iulie; firul de sticlă fixat transversal de-a curmezișul pedunculului, la baza capitulului.

timp de două zile. Un altul care era de pe acum aplecat cu 36° sub orizontală a fost observat de la 22 iulie, ora 11, pînă la 27 iulie, cînd la această din urmă dată el era aplecat vertical. Mersul lui în primele 12 ore este arătat în figura 190, precum și poziția lui în cele 3 dimineți consecutive pînă la 25 iulie cînd era aproape vertical. În timpul primei zile pedunculul circumnuta evident, deoarece s-a deplasat de 4 ori în jos și de 3 ori în sus și în fiecare zi consecutivă aceeași mișcare a continuat pe cînd se apleca, această mișcare nu a fost observată însă decît ocazional și era mai puțin pronunțată. Trebuie arătat că acești pedunculi au fost observați în casă sub un luminator dublu de tavan și că în general se mișcau în jos mult mai încet decît cei de pe plante crescînd în aer liber sau în seră.

Mișcarea unui alt peduncul atîrnînd vertical, cu capitulul la 1,50 cm de sol, a fost înregistrată și apoi iarăși cînd a atins prima dată solul; în ambele cazuri au fost descrise elipse

← Fig. 191. — *Trifolium subterraneum.* Mișcarea de circumnutație a unui peduncul în timp ce capitulul se îngropa în nisip cu vîrfurile răsfrînte ale caliciului încă vizibile; înregistrată de la 26 iulie, ora 8, pînă la 27 iulie, ora 9; firul de sticlă fixat transversal de-a curmezișul pedunculului, aproape de capitul.

Fig. 192. — *Trifolium subterraneum.* Mișcarea aceluiași peduncul cu capitulul complet îngropat în nisip, înregistrată la 29 iulie, între orele 8 și 19,15. →

neregulate la fiecare 4 sau 5 ore. Un peduncul de pe o plantă care fusese adusă în casă s-a deplasat dintr-o poziție verticală în sus într-una vertical pendentă, într-o singură zi; și aici mersul în primele 12 ore a fost aproape drept, însă cu cîteva zigzaguri bine pronunțate, care dezvăluiau natura esențială a mișcării. În sfîrșit, circumnutația unui peduncul a fost înregistrată 51 de ore în timp ce se îngropa oblic într-un mic mușuroi de nisip. După ce se îngropase la o adîncime de la care numai vîrfurile sepalelor se mai puteau vedea (fig. 191), a fost înregistrată timp de 25 de ore. Atunci cînd capitulul a dispărut complet în nisip, un alt desen a fost făcut timp de 11 ore și 45 min (fig. 192) și aici vedem iarăși că pedunculul circumnuta.

Oricine va observa un capitul îngropîndu-se, va fi convins că mişcarea de legănare, datorată circumnutaţiei continuie a pedunculului, joacă un rol important în această acţiune. Avînd în vedere că capitulele sînt foarte uşoare, că pedunculii sînt lungi, subţiri şi flexibili, este de necrezut ca un obiect atît de bont cum este unul din aceste capitule să poată pătrunde în pămînt cu ajutorul forţei de creştere a pedunculului, în afară numai de cazul cînd este ajutată de mişcarea de legănare. După ce un capitul a pătruns în pămînt pînă la o mică adîncime, un alt factor eficient intră în joc ; florile centrale rigide, avortate, fiecare terminîndu-se cu cîte 5 gheare lungi se curbează în sus spre peduncul şi făcînd aceasta nu pot evita de a trage capitulul în jos la o mai mare adîncime, această acţiune fiind ajutată de mişcarea de circumnutaţie care continuă după ce capitulul s-a îngropat complet. Florile avortate acţionează astfel oarecum ca labele cîrtiţei care împing pămîntul îndărăt şi corpul înainte.

Este bine cunoscut că capsulele de seminţe de la diferite plante cu totul distincte fie că se îngroapă în pămînt, fie că sînt produse de flori imperfecte, dezvoltate sub pămînt. În afară de cazul de faţă, se vor da imediat alte două cazuri bine pronunţate. Probabil că un avantaj principal astfel dobîndit este apărarea seminţelor împotriva animalelor care ar putea să le mănînce. În cazul lui *T. subterraneum* seminţele sînt ascunse nu numai prin faptul că sînt îngropate, ci ele sînt de asemenea apărate de florile rigide avortate care le înconjură strîns. Putem deduce cu toată încrederea că aici scopul este apărarea, deoarece seminţele mai multor specii din acelaşi gen sînt apărate în alte feluri,[4] şi anume prin umflarea şi închiderea caliciului sau prin persistenţa şi aplecarea stindardului etc. Cazul cel mai curios este însă cel al speciei *T. globosum*, la care florile superioare sînt sterile ca la *T. subterraneum*, însă aici se dezvoltă în mari tufe de peri care cuprind şi apără florile cu seminţe. Totuşi, după cum a remarcat dl. T. Thiselton Dyer [5], în toate aceste cazuri capsulele cu seminţele lor pot profita din faptul că sînt menţinute puţin umede ; şi avantajul unei asemenea umezeli elucidează poate prezenţa perilor absorbanţi de pe capitulele îngropate de *T. subterraneum*. După dl. Bentham, după cum este citat de dl. Dyer, obiceiul de a se culca la pămînt a speciei *Helianthemum prostratum* „aduce capsulele în contact cu suprafaţa pămîntului, le amînă maturitatea şi astfel favorizează faptul ca seminţele să ajungă la o dimensiune mai mare". Capsulele de ciclamen şi de *Oxalis acetosella* sînt îngropate numai ocazional şi numai sub frunze moarte sau muşchi. Dacă este un avantaj pentru o plantă ca capsulele să fie menţinute umede şi reci, prin faptul că sînt aşezate la pămînt, atunci avem în aceste din urmă cazuri primul pas de la care capacitatea de a pătrunde în pămînt s-ar fi putut ulterior dobîndi cu ajutorul mişcării de circumnutaţie întotdeauna prezentă.

Arachis hypogaea. — Florile care se îngroapă ies din ramuri rigide la cîţiva centimetri deasupra solului şi stau vertical. După ce au căzut, ginoforul, adică partea care susţine ovarul, creşte pînă la o lungime considerabilă, chiar de 7,5 sau 10 cm şi se apleacă vertical. El seamănă îndeaproape cu un peduncul, însă are un vîrf neted şi ascuţit, care conţine ovulele şi la început nu este cîtuşi de puţin mărit. După ce ajunge la pămînt, vîrful pătrunde în sol, pînă la o adîncime de 2,5 cm într-un caz observat de noi, iar într-altul pînă la 1,75 cm. Acolo el se dezvoltă într-o capsulă mare. Se zice [6] că florile aşezate prea sus pe plantă pentru ca ginoforul să ajungă la pămînt nu produc niciodată capsule.

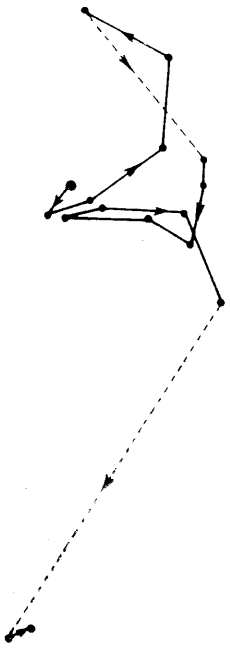
Mişcarea unui ginofor tînăr, lung de ceva mai puţin de 2,5 cm şi atîrnînd vertical, a fost înregistrată timp de 46 de ore cu ajutorul unui fir subţire de sticlă (cu deschizături), fixat transversal puţin deasupra vîrfului. El a circumnutat evident (fig. 193) în vreme ce creştea în lungime şi în jos. El s-a ridicat atunci în sus, aşa încît să se întindă aproape orizontal şi partea terminală s-a aplecat, urmînd un mers aproape drept timp de 12 ore, însă cu o încercare de a circumnuta, după cum se vede în figura 194. După 24 de ore el a devenit aproape vertical. Nu s-a stabilit dacă factorul excitant al mişcării descendente este geotropismul sau apheliotropismul, probabil însă că nu este apheliotropismul, deoarece toţi ginoforii creşteau drept înspre pămînt, în timp ce lumina intra în seră dintr-o parte, precum şi de sus. Un alt ginofor mai bătrîn, al cărui vîrf ajunsese aproape la pămînt, a fost observat timp de 3 zile în acelaşi mod ca şi cel scurt menţionat mai întîi şi s-a constatat că el circumnutează întotdeauna. În primele 34 de ore, el a descris o figură reprezentînd patru elipse. În cele din urmă un ginofor lung, al cărui vîrf se îngropase circa 1,25 cm în pămînt, a fost tras din pămînt şi întins orizontal ; el a început să se aplece după o linie în zigzag ;

[4] Vaucher, *Hist. Phys. des Plantes d'Europe*, vol. II, p. 110.

[5] Vezi articolul său interesant în „Nature", 4 aprilie, 1878, p. 446.

[6] „Gardners Chronicle", 1857, p. 566.

însă a doua zi porțiunea terminală albită era puțin zbîrcită. Întrucît ginoforii sînt rigizi și ies din ramuri rigide și se termină cu vîrfuri netede, ascuțite, probabil că ei puteau pătrunde în pămînt prin simpla forță a creșterii. Această acțiune trebuie însă ajutată de mișcarea de circumnutație, deoarece nisipul fin, ținut umed, a fost presat strîns în jurul vîrfului unui ginofor care ajunsese la pămînt și după cîteva ore el era înconjurat de o crăpătură îngustă, deschisă. După trei săptămîni ginoforul a fost dezvelit și vîrful a fost găsit, la o adîncime puțin mai mare de 1,25 cm, dezvoltat într-o capsulă mică, albă și ovală.



← Fig. 193. — *Arachis hypogaea*. Circumnutația unui ginofor tînăr atîrnînd vertical, înregistrată pe o placă verticală de sticlă de la 31 iulie, ora 10, pînă la 2 august, ora 8.

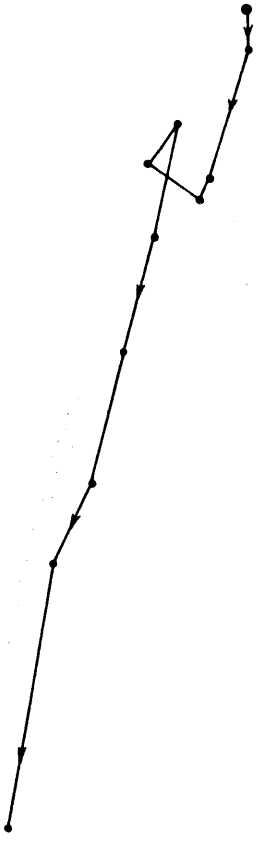


Fig. 194. — *Arachis hypogaea*. Mișcarea descendentă a aceluiași ginofor după ce s-a întins orizontal, înregistrată pe o placă verticală de sticlă la 2 august, de la orele 8,30 la 20,30 →

Amphicarpaea monoica. — Această plantă produce lăstari lungi și subțiri care se încolăcește fiecare în jurul unui suport, și bine înțeles, circumnutează. Vara de timpuriu, din părțile inferioare ale plantei ies lăstari mai scurți, care cresc vertical în jos și intră în pămînt. Unul dintre aceștia, care se termina printr-un mugur foarte mic, a fost observat îngropîndu-se în pămînt în 24 de ore pînă la o adîncime de 0,5 cm. El a fost ridicat și fixat într-o poziție înclinată cu circa 25° sub orizontală, fiind slab luminat de sus. În această poziție el a descris două elipse verticale în 24 de ore; însă a doua zi, cînd a fost adus în casă, a circumnutat numai foarte puțin în jurul aceluiași punct. Alte ramuri au fost văzute pătrunzînd în pămînt și ulterior au fost găsite înaintînd cu rădăcinile sub suprafața solului pe o distanță de aproape 5 cm și îngroșate; după ce a înaintat în acest fel, una dintre acestea a ieșit la suprafață. Nu știu în ce măsură circumnutația ajută aceste ramuri delicate să intre în pămînt; însă perii răsfrînți cu care sînt acoperite le ajută la această muncă. Această plantă produce capsule în aer, iar altele sub pămînt, care se deosebesc considerabil ca aspect. Asa Gray [7] spune că florile imperfecte de pe ramurile tîrîtoare aproape de baza plantei sînt cele care produc capsulele subterane; de aceea aceste plante trebuie să se îngroape ca cele de *Arachis*. Se poate însă bănui că ramurile pe care le-am văzut pătrunzînd în pămînt produc de asemenea flori și capsule subterane.

[7] *Manual of the Botany of the Northern United States*, 1856, p. 106.

DIAGEOTROPISM

Pe lîngă geotropism și apogeotropism există, după Frank, o formă înrudită de mișcare, și anume geotropism oblic sau diageotropism, după cum o putem numi cu scopul de a corespunde celorlalți termeni ai noștri. Sub influența forței de gravitație, anumite părți sînt determinate să se așeze mai mult sau mai puțin transversal față de direcția sa de acțiune[8]. Nu am făcut nici o observație asupra acestui subiect și vom arăta aici numai că poziția rădăcinilor secundare ale diferitelor plante, care se întind orizontal sau sînt puțin aplecate în jos, ar fi probabil considerate de Frank, ca fiind datorate geotropismului oblic. Deoarece în capitolul I s-a arătat că rădăcinile secundare de cucurbitacee lasă urme sinuoase pe o placă de sticlă înnegrită, ele circumnutau evident și fără îndoială că aceasta se aplică și la alte rădăcini secundare. Pare deci foarte probabil ca ele să se așeze în poziția lor diageotropă cu ajutorul circumnutației modificate.

Putem conchide în sfîrșit că cele trei feluri de mișcări pe care le-am descris mai sus și care sînt determinate de forța gravitației constau din circumnutație modificată. Diferite părți sau organe de pe aceeași plantă, sau aceeași parte la diferite specii, sînt astfel determinate să acționeze într-un mod cu totul diferit. Nu vedem nici un motiv de ce atracția forței de gravitație să modifice direct starea de turgescență și creșterea ulterioară a unei părți de pe partea superioară și a unei alte părți de pe partea inferioară. Trebuie de aceea să deducem că mișcările geotrope, apogeotrope și diageotrope, al căror scop îl putem în general înțelege, au fost dobîndite în folosul plantei prin modificarea mișcării întotdeauna prezentă de circumnutație; aceasta implică totuși că forța gravitației produce un oarecare efect asupra țesuturilor tinere, suficient pentru a servi ca îndrumător plantei.

[8] Elfving a descris recent („Arb. des bot. Inst. Würzburg", vol. II, p. 489) un exemplu excelent de asemenea mișcări la rizomii anumitor plante.

CAPITOLUL AL XI-LEA

LOCALIZAREA SENSIBILITĂȚII LA GRAVITAȚIE ȘI TRANSMITEREA EI

Considerații generale — *Vicia faba*, efectele amputării vîrfurilor radiculelor — Regenerarea vîrfurilor — Efectele unei expuneri scurte a vîrfurilor la acțiunea geotropismului și amputarea lor ulterioară — Efectele amputării oblice a vîrfurilor — Efectele cauterizării vîrfurilor — Efectele ungerii cu grăsime a vîrfurilor — *Pisum sativum*, vîrfurile radiculelor cauterizate transversal și pe părțile lor superioare și inferioare — *Phaseolus*, cauterizarea și ungerea cu grăsime a vîrfurilor — *Gossypium* — *Cucurbita*, vîrfurile cauterizate transversal și pe laturile lor superioare și inferioare — *Zea*, vîrfurile cauterizate — Observații finale și rezumatul capitolului — Avantajele localizării geotrope la vîrfurile radiculelor.

Ciesielski afirmă[1] că atunci cînd rădăcinile de *Pisum*, *Lens* și *Vicia* erau întinse orizontal cu vîrfurile amputate, geotropismul nu a acționat asupra lor; însă după cîteva zile, cînd o nouă scufie radiculară și un vîrf vegetativ fuseseră formate, ele s-au aplecat vertical în jos. El mai afirmă că dacă vîrfurile sînt amputate după ce rădăcinile au fost lăsate pentru scurt timp întinse orizontal, însă înainte să fi început să se aplece în jos, ele pot fi așezate în orice poziție și totuși se vor apleca ca și cînd geotropismul încă ar fi acționat asupra lor; ceea ce arată că o oarecare influență fusese de pe acum transmisă părții care se apleacă a vîrfului, înainte ca ea să fi fost amputată. Sachs a repetat aceste experiențe; el a amputat între 0,5 și 1 mm (măsurată de la vîrful vegetativ) din vîrfurile radiculelor de bob (*Vicia faba*) și le-a așezat orizontal sau vertical în aer umed, pămînt umed și în apă, și a observat că ele s-au aplecat în toate direcțiile[2]. De aceea el nu a fost de acord cu concluziile lui Ciesielski. Însă, deoarece am văzut la mai multe plante că vîrful radiculei este sensibil la atingere și la alți iritanți și că el transmite o oarecare influență părții superioare în creștere, făcînd-o să se aplece, ne-a părut că nu există o improbabilitate *a priori* în afirmațiile lui Ciesielski. Am hotărît de aceea să repetăm experiențele sale și încercăm altele pe diferite specii, cu diferite metode.

[1] *Abwärtskrümmung der Wurzel*, Inaug. Disser., Breslau, 1871, p. 29.

[2] „Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1873, caiet III, p. 432.

Vicia faba. — Radiculele acestei plante au fost întinse orizontal fie deasupra apei, fie cu suprafețele lor inferioare de-abia atingînd-o. Vîrfurile le fuseseră amputate anterior într-o direcție cît mai oblică, pe diferite lungimi măsurate de la vîrful scufiei radiculare și care vor fi specificate în fiecare caz. Lumina a fost întotdeauna exclusă. Anterior încercasem sute de radicule nemutilate în condiții similare și am constatat că fiecare din ele care era sănătoasă a devenit evident geotropă în mai puțin de 12 ore. În cazul a patru radicule cărora li se amputase vîrful pe o porțiune de 1,5 mm, noi scufii radiculare și vîrfuri vegetative noi s-au format, iar după un interval de 3 zile și 20 de ore și geotropismul a acționat asupra lor atunci cînd au fost așezate orizontal. În alte cîteva cazuri, această regenerare a vîrfurilor și redobîndire a sensibilității au avut loc într-un timp puțin mai scurt. De aceea radiculele cu vîrfurile amputate trebuie observate la 12—48 de ore după operație.

Patru radicule au fost întinse orizontal, cu suprafețele lor inferioare atingînd apa și cu vîrfurile amputate pe o porțiune de numai 0,5 mm; după 23 de ore trei dintre ele încă mai erau orizontale; după 47 de ore una din cele trei devenise relativ geotropă; iar după 70 de ore celelalte două au arătat o urmă de geotropism. A patra radiculă era vertical geotropă după 23 de ore, însă printr-un accident s-a constatat că numai singură scufia radiculară și nu vîrful vegetativ fusese amputată; așa încît acest caz nu a format o excepție reală și ar fi putut fi exclus.

Cinci radicule au fost întinse orizontal, ca cele anterioare și li s-au amputat vîrfurile pe o distanță de 1 mm; după 22—23 de ore, patru dintre ele încă mai erau orizontale, iar una era puțin geotropă; după 48 de ore aceasta din urmă devenise verticală, a doua era de asemenea puțin geotropă, două au rămas aproximativ orizontale, iar cea din urmă, adică a cincea, crescuse dezordonat, deoarece era curbată în sus într-un unghi de 65° deasupra orizontalei.

Paisprezece radicule au fost întinse orizontal la o mică înălțime deasupra apei, cu vîrfurile amputate pe o distanță de 1,5 mm; după 12 ore toate erau orizontale, pe cînd 5 exemplare-martor din același vas erau aplecate considerabil în jos. După 24 de ore mai multe dintre radiculele amputate au rămas orizontale, cîteva însă au prezentat o urmă de geotropism, iar una era evident geotropă, deoarece era înclinată cu 40° sub orizontală.

Șapte radicule întinse orizontal, cărora li se amputaseră vîrfurile pe distanța neobișnuită de 2 mm, nu au fost observate din nefericire decît după 35 de ore; trei încă mai erau orizontale, însă, spre surprinderea noastră, patru erau mai mult sau mai puțin evident geotrope.

Radiculele din cazurile de mai sus au fost măsurate înainte ca vîrfurile să le fi fost amputate și, în decurs de 24 de ore, toate se lungiseră considerabil; însă mișcările lor nu merită să fie arătate. Mai important este că Sachs a constatat că ritmul creșterii diferitelor părți ale radiculelor cu vîrful amputat era același ca la cele nemutilate. În total au fost operate 29 de radicule în modul descris mai sus și dintre acestea numai cîteva au prezentat vreo curbare geotropă în decurs de 24 de ore, în timp ce radiculele cu vîrfurile nemutilate s-au aplecat, după cum s-a arătat mai sus, întotdeauna mult, în mai puțin de jumătate din acest timp. Partea din radiculă care se apleacă cel mai mult este situată între 3 și 6 mm de la vîrf, și, deoarece partea care se apleacă continuă să crească după operație, nu pare să existe nici un motiv ca geotropismul să nu fi acționat asupra ei, în afară numai dacă curbarea nu a depins de vreo influență transmisă de la vîrf. Și din experiența lui Ciesielski, pe care am repetat-o și extins-o în modul de mai jos, avem dovada clară a unei asemenea transmiteri.

Semințe de bob au fost puse cu hilul în jos în pămînt de turbă, și după ce radiculele crescuseră vertical în jos, pe o distanță de 1,25—2,5 cm, s-au ales 16 care erau perfect drepte și au fost așezate orizontal pe pămîntul de turbă, fiind acoperite cu un strat subțire din acest pămînt. Ele au fost lăsate astfel în medie timp de o oră și 37 min. Vîrfurile le-au fost apoi amputate *transversal* pe o porțiune de 1,5 mm, și imediat după aceasta au fost puse vertical în pămîntul de turbă. În această poziție geotropismul nu tinde să producă vreo curbare, însă dacă vreo influență fusese deja transmisă de la vîrf la partea care se apleacă cel mai mult, ne putem aștepta ca această parte să se aplece în direcția în care geotropismul acționa anterior; deoarece trebuie notat că aceste radicule fiind lipsite acum de vîrfurile lor sensibile, nu ar fi împiedicate de către geotropism de a se apleca în oricare direcție. Rezultatul a fost că din cele 16 radicule puse vertical, patru au continuat să crească drept în jos timp de mai multe zile, pe cînd 12 s-au aplecat mai mult sau mai puțin lateral. La două din cele 12 o urmă de curbare era perceptibilă în 3 ore și 30 min, socotind din momentul

în care au fost aşezate pentru prima dată orizontal; şi toate 12 erau evident aplecate în 6 ore şi încă şi mai evident în 9 ore. La fiecare din ele curbarea era îndreptată înspre partea care fusese aplecată în jos, pe cînd radiculele rămîneau orizontale. Curbarea s-a întins pe o distanţă între 5 şi, într-un caz, 8 mm măsurată de la capătul amputat. Din cele 12 radicule aplecate cinci au rămas permanent aplecat în unghi drept; celelalte şapte s-au aplecat la început mult mai puţin şi curbarea lor s-a micşorat în general după 24 de ore, însă nu a dispărut complet. Această diminuare a curbării ar urma natural dacă o expunere la geotropism de numai o oră şi 37 min ar servi la modificarea turgescenţei celulelor, însă nu a deplinei lor creşteri ulterioare. Cele cinci radicule aplecate în unghi drept s-au fixat în această poziţie şi au continuat să crească orizontal pe o distanţă de circa 2,5 cm în pămîntul de turbă, timp de 4—6 zile. În acest timp se formaseră noi vîrfuri; trebuie notat însă că această regenerare a avut loc mai încet în pămîntul de turbă decît în apă, datorită poate faptului că radiculele erau des observate şi astfel deranjate. După ce vîrfurile regeneraseră, geotropismul a putut acţiona asupra lor, aşa încît ele s-au aplecat acum vertical în jos. Un desen exact, redus la jumătate din mărimea naturală, al uneia din cele cinci radicule, este redat mai jos.

Am încercat apoi să vedem dacă o expunere mai scurtă la geotropism ar fi suficientă pentru a produce un efect ulterior. Şapte radicule au fost întinse orizontal timp de o oră, în loc de o oră şi 37 min ca la încercarea anterioară, şi după ce vîrfurile (lungi de 1,5 mm) fuseseră amputate, ele au fost puse vertical în pămînt de turbă umed. Dintre acestea, trei nu au fost cîtuşi de puţin influenţate şi au continuat toată ziua să crească drept în jos. După 8 ore şi 30 min, patru nu au prezentat decît o simplă urmă de curbare în direcţia din care geotropismul acţionase asupra lor; şi în această privinţă ele s-au deosebit mult de cele care fuseseră expuse timp de o oră şi 37 min, deoarece multe dintre acestea din urmă s-au aplecat evident în 6 ore. Curbarea uneia dintre aceste patru radicule aproape a dispărut după 24 de ore. La cea de-a doua curbarea s-a mărit în timp de două zile şi apoi s-a micşorat. A treia radiculă a devenit permanent aplecată, aşa încît partea ei terminală a făcut un unghi de circa 45° cu poziţia ei iniţială verticală. A patra radiculă a devenit orizontală. Aceste două din urmă radicule au continuat să mai crească în pămîntul de turbă, încă timp de două zile în aceleaşi direcţii, şi anume într-un unghi de 45° sub orizontală şi orizontal. A patra dimineaţă se formaseră noi vîrfuri şi acum geotropismul a putut acţiona iarăşi asupra lor, iar ele s-au aplecat vertical în jos exact ca în cazul celor cinci radicule descrise în paragraful precedent, după cum se vede în figura de mai jos (fig. 195).

În sfîrşit, alte cinci radicule au fost tratate la fel, însă au fost expuse la geotropism numai 45 min. După 8 ore şi 30 min numai una era influenţată; după 24 de ore două se

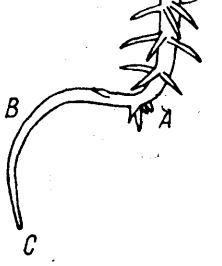


Fig. 195. — *Vicia faba.* Radiculă aplecată în unghi drept în *A*, după amputarea vîrfului, datorită influenţei anterioare a geotropismului; *L*, partea bobului aşezată pe pămîntul de turbă, în timp ce geotropismul acţiona asupra radiculei; *A*, punct de curbură maximă a radiculei pe cînd stă vertical în jos; *B*, punct de curbură maximă după regenerarea vîrfului, cînd geotropismul a acţionat din nou; *C*, vîrful regenerat.

aplecaseră de-abia perceptibil pe partea pe care acţionase geotropismul; după 48 de ore cea menţionată la început avea raza curburii de 600 mm. Că această curbare este datorată acţiunii geotropismului în timpul poziţiei orizontale a radiculei s-a văzut după 4 zile, cînd un nou vîrf se formase iarăşi, deoarece atunci ea a crescut vertical în jos. Din acest caz aflăm că deşi uneori este transmisă o uşoară influenţă din partea învecinată radiculei atunci cînd vîrfurile sînt amputate după o expunere la geotropism de numai 45 min, totuşi aceasta este rareori suficientă, şi atunci numai pentru a produce o curbare chiar moderat de pronunţată.

În experiențele arătate mai sus asupra a 29 de radicule întinse orizontal cu vîrfurile amputate, numai una a crescut neregulat în mod pronunțat și s-a curbat în sus într-un unghi de 65°. În experiențele lui Cisielski radiculele nu ar fi putut crește foarte neregulat, deoarece dacă ar fi făcut-o, el nu ar fi putut vorbi cu atîta siguranță despre anularea oricărei acțiuni geotrope. Este de aceea remarcabil ca Sachs, care a experimentat pe atîtea radicule cu vîrfurile amputate, să fi constatat că o creștere extrem de dezordonată este rezultatul obișnuit. Întrucît asupra radiculelor întinse orizontal cu vîrfurile amputate, geotropismul acționează uneori puțin într-un timp scurt, și acționează evident după una sau două zile, ne-am gîndit că această influență ar putea poate împiedica creșterea dezordonată, deși nu era capabilă să producă curbarea imediată. De aceea 13 radicule, din care la 6 li se amputaseră oblic vîrfurile pe o distanță de 1,5 mm, iar celorlalte 7 pe o distanță de 0,5 mm, au fost suspendate vertical în aer umed, poziție în care ele nu ar fi influențate de geotropism; ele nu au prezentat însă nici o neregularitate de creștere, în timp ce au fost observate timp de 4—6 zile. Ne-am gîndit apoi că dacă vîrfurile nu sînt amputate cu grijă, o latură a ciotului ar putea fi mai iritată decît cealaltă, fie la început, fie ulterior în cursul regenerării vîrfului, ceea ce ar putea face ca radicula să se aplece de o parte. În capitolul al III-lea s-a arătat de asemenea că dacă o frunză subțire este amputată de pe o parte a vîrfului radiculei, aceasta face ca radicula să se aplece dinspre partea amputată. În consecință, 30 de radicule cu vîrfurile amputate pe o distanță de 1,5 mm au fost lăsate să crească vertical în jos, în apă. Douăzeci din ele au fost amputate într-un unghi de 20° într-o linie oblică față de axele lor longitudinale și asemenea cioturi păreau numai moderat de oblice. Restul de 10 radicule au fost amputate într-un unghi de circa 45°. În aceste condiții nu mai puțin de 19 dintre cele 30 s-au deformat în decurs de 2 sau 3 zile. Alte 11 radicule au fost tratate la fel, afară numai că nu s-a amputat decît 1 mm (inclusiv scufia radiculară în acest caz, ca și în toate celelalte); și dintre acestea numai una a crescut mult, iar alte două s-au deformat puțin, așa încît amploarea acestei amputări oblice nu a fost suficientă. Din cele 30 de radicule de mai sus, numai una sau două au prezentat vreo deformare în primele 24 de ore; aceasta a devenit însă evidentă a doua zi în 19 cazuri, și încă și mai bătătoare la ochi la sfîrșitul celei de-a treia zi, cînd noi vîrfuri fuseseră parțial sau complet regenerate. De aceea, cînd un nou vîrf se formează din nou pe un ciot oblic, el se dezvoltă probabil mai curînd de una din părți decît de cealaltă; și aceasta face într-un fel oarecare ca partea învecinată să se aplece într-o parte. Pare deci probabil că, fără să vrea, Sachs a amputat radiculele pe care experimenta într-o direcție nu chiar oblică.

Această explicație a creșterii ocazional neregulată a radiculelor cu vîrfurile amputate este confirmată de rezultatele cauterizării vîrfurilor lor, deoarece o porțiune mai mare de una din părți decît de cealaltă era inevitabil vătămată sau omorîtă. Trebuie observat că în încercările următoare vîrfurile au fost mai întîi uscate cu hîrtie sugativă și apoi frecate ușor cu un creion uscat de nitrat de argint. Cîteva atingeri cu substanța caustică sînt suficiente pentru a omorî scufia radiculară și cîteva dintre straturile superioare ale celulelor vîrfului vegetativ. 27 de radicule, unele tinere și foarte scurte, altele de lungime moderată, au fost suspendate vertical deasupra apei, după ce au fost astfel cauterizate. Dintre acestea, unele au intrat imediat în apă, iar altele a doua zi. Același număr de radicule necauterizate, de aceeași vîrstă, au fost observate ca martori. După un interval de trei sau patru zile aspectul exemplarelor cauterizate contrasta uimitor de mult cu cel al martorului. Martorii crescuseră drept în jos, cu excepția curbării normale care a fost numită curbarea lui Sachs. Dintre cele 27 de radicule cauterizate, 15 s-au deformat foarte mult; 6 dintre ele au crescut în sus și au format bucle, așa încît vîrfurile lor veneau uneori în contact cu bobul de deasupra; 5 au crescut în unghi drept într-o parte; numai cîteva din cele 12 rămase erau complet drepte, iar unele dintre ele s-au încovoiat către sfîrșitul observațiilor noastre în formă de cîrlig la capetele inferioare extreme. Radicule întinse orizontal în loc de vertical, cu vîrfurile cauterizate, s-au deformat, de asemenea, uneori, însă, după cît am putut judeca, nu atît de obișnuit ca cele suspendate vertical; deoarece aceasta s-a întîmplat numai la 5 din cele 19 radicule tratate în acest fel.

În loc de a amputa vîrfurile ca în prima serie de experiențe, am încercat apoi efectele atingerii cu substanță caustică a radiculelor întinse orizontal, în modul descris mai sus. Trebuie făcute însă mai întîi cîteva observații preliminare. S-ar putea obiecta că substanța caustică va vătăma radiculele împiedicîndu-le să se curbeze; în capitolul al III-lea s-au dat însă dovezi ample în sensul că atingînd vîrfurile radiculelor suspendate vertical de una din părți cu substanță caustică, nu se oprește aplecarea lor; din contra, ea le face să se aplece dinspre partea

atinsă. Am încercat de asemenea să atingem atît partea superioară, cît şi pe cea inferioară a vîrfurilor cîtorva radicule de bob, întinse orizontal pe pămînt friabil umed. Vîrfurile a trei radicule au fost atinse cu substanţă caustică pe partea lor superioară, ceea ce ar ajuta aplecarea lor geotropă; vîrfurile a trei au fost atinse pe partea lor inferioară, care ar tinde să contracareze aplecarea lor în jos; iar trei au fost lăsate ca martori. După 24 de ore, unui observator independent i s-a cerut să aleagă dintre cele 9 radicule pe cele două care erau mai aplecate şi pe cele două cel mai puţin aplecate; el a ales două dintre cele care fuseseră atinse pe partea lor inferioară ca fiind cel mai puţin aplecate, iar ca fiind cel mai mult aplecate două dintre cele care fuseseră atinse pe partea superioară. Ulterior se vor da experienţe analoge şi mai izbitoare la *Pisum sativum* şi *Cucurbita ovifera*. Putem conchide fără grijă că simpla aplicare a unei substanţe caustice pe vîrf nu împiedică radiculele de a se apleca.

În experienţele următoare, vîrfurile unor radicule tinere întinse orizontal au fost de-abia atinse cu un creion de substanţă caustică uscată, acesta fiind ţinut oblic, aşa încît vîrful să poată fi cauterizat de jurîmprejur cît mai simetric posibil. Radiculele au fost apoi suspendate într-un vas închis deasupra apei, ţinută relativ rece, adică la 55—59°F. S-a făcut aceasta deoarece constatasem că vîrfurile erau mai sensibile la atingere la o temperatură scăzută decît la una ridicată; şi ne-am gîndit că aceeaşi regulă s-ar putea aplica la geotropism. Într-o încercare excepţională, 9 radicule (care erau puţin prea bătrîne, deoarece crescuseră pînă la o lungime de 3—5 cm) au fost întinse orizontal în pămînt friabil umed, după ce vîrfurile le fuseseră cauterizate şi au fost ţinute la o temperatură prea ridicată, anume de 20°C. În consecinţă, rezultatul nu a fost atît de izbitor ca în cazurile ulterioare, întrucît, deşi după 9 ore şi 40 min 6 dintre ele au fost examinate, acestea nu au prezentat nici o aplecare geotropă, totuşi după 24 de ore, cînd toate 9 au fost examinate, numai 2 au rămas orizontale, 2 au prezentat o urmă de geotropism, iar 5 erau puţin sau moderat geotrope, totuşi nu puteau fi comparate cu exemplarele martor. S-au pus semne pe 7 dintre aceste radicule cauterizate la 10 mm de la vîrf, care include întreaga porţiune în creştere; şi după 24 de ore această parte era în medie lungă de 37 mm, aşa încît se mărise pînă la mai mult de 3½ ori lungimea iniţială; trebuie totuşi amintit că aceste boabe fuseseră expuse la o temperatură relativ ridicată.

Nouăsprezece radicule tinere cu vîrfurile cauterizate au fost întinse, la diferite momente, orizontal deasupra apei. La fiecare încercare un număr egal de exemplare martor au fost observate. La prima încercare vîrfurile a trei radicule au fost uşor atinse cu substanţa

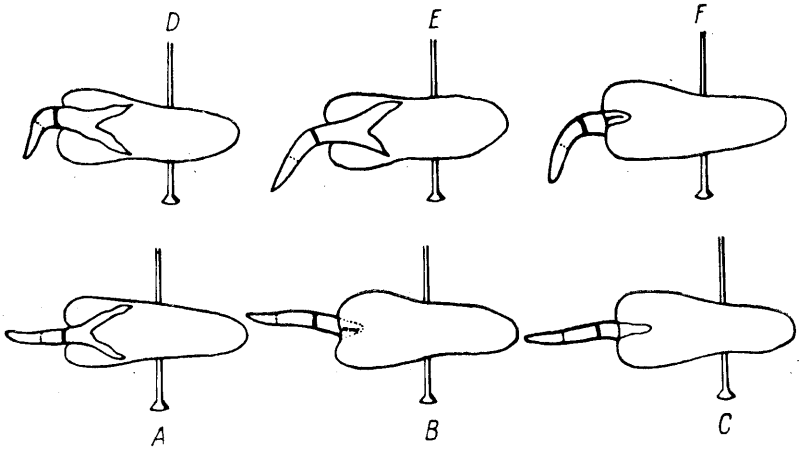


Fig. 196. — *Vicia faba*. Starea radiculelor care fuseseră întinse orizontal timp de 23 de ore şi 30 min; *A*, *B*, *C*, vîrfurile atinse cu substanţă caustică; *D*, *E*, *F*, vîrfurile necauterizate; lungimea radiculelor este redusă la scara de ½, însă dintr-un accident boabele înseşi nu au fost reduse în aceeaşi măsură.

caustică timp de 6 sau 7 secunde, ceea ce reprezenta o aplicare mai lungă decît de obicei. După 23 de ore şi 30 min (temperatură 55—65°F) aceste trei radicule, *A*, *B*,*C* (fig. 196) încă mai erau orizontale, în vreme ce cele trei exemplare martor deveniseră puţin geotrope în 8 ore, şi puternic geotrope (*D*, *E*, *F*) în 23 de ore şi 30 min. S-a făcut cîte un punct pe toate cele şase radicule la 10 mm de la vîrf, atunci cînd au fost aşezate orizontal pentru prima dată. După

23 de ore și 30 min, această parte terminală, inițial lungă de 10 mm, se lungise în medie la exemplarele cauterizate pînă la 17,3 mm și la 15,7 mm la radiculele martor, după cum se vede în figuri prin linia oblică neîntreruptă; linia punctată fiind la 10 mm de la vîrf. Radiculele martor sau necauterizate crescuseră de fapt mai puțin decît cele cauterizate; aceasta era însă fără îndoială din întîmplare, întrucît la diferite vîrste radiculele cresc cu viteze diferite și creșterea diferiților indivizi este de asemenea influențată de cauze necunoscute. Starea vîrfurilor acestor trei radicule, care fuseseră cauterizate un timp puțin mai lung decît de obicei, era următoarea: vîrful înnegrit sau partea care fusese de fapt atinsă cu substanța corosivă, era urmată de o zonă gălbuie, datorată probabil absorbirii unei cantități din substanța corosivă; în *A* ambele zone împreună erau lungi de 1,1 mm, cu diametrul de 1,4 mm la baza zonei gălbui; în *B* lungimea ambelor era de numai 0,7 mm, iar diametrul de 0,7 mm; în *C* lungimea era de 0,8 mm, iar diametrul de 1,2 mm.

Alte trei radicule, ale căror vîrfuri fuseseră atinse cu o substanță corosivă timp de 2 sau 3 secunde, au rămas (temperatura 58—59°F) orizontale timp de 23 de ore, radiculele martor devenind firește, în acest timp, geotrope. Partea terminală în creștere, lungă de 10 mm, a radiculelor cauterizate crescuse în acest interval pînă la o lungime medie de 24,5 mm, iar cea a martorilor pînă la o medie de 26 mm. O secțiune a unuia din vîrfurile cauterizate a arătat că partea înnegrită era lungă de 0,5 mm, din care 0,2 mm s-a extins în vîrful vegetativ; și o slabă decolorare s-a putut detecta chiar pînă la 1,6 mm de la vîrful scufiei radiculare.

Într-un alt lot de șase radicule (temperatura 55—57°F) cele trei exemplare martor erau evident geotrope după 8 ore și 30 min, iar după 24 de ore lungimea mijlocie a părții terminale se mărise de la 10 la 21 mm. Cînd substanța corosivă a fost aplicată la cele trei exemplare cauterizate, ea a fost ținută complet nemișcată timp de 5 secunde, iar rezultatul a fost că semnele negre erau extrem de mici. De aceea, substanța corosivă a fost aplicată din nou după 8 ore și 30 min, în care timp nici o acțiune geotropă nu a avut loc. Cînd exemplarele au fost reexaminate după un interval de încă 15½ ore, una era orizontală, iar celelalte două au prezentat, spre surprinderea noastră, o urmă de geotropism, care la una din ele curînd după aceea a devenit puternic pronunțată; însă la acest din urmă exemplar vîrful decolorat nu era lung decît de 2/3 mm. Partea în creștere a acestor trei radicule a crescut în 24 de ore de la 10 mm la o medie de 16,5 mm.

Ar fi de prisos să descriem detaliat comportarea restului de 10 radicule cauterizate. Exemplarele de control corespunzătoare au devenit toate geotrope în 8 ore. Dintre cele cauterizate, 6 au fost examinate pentru prima dată după 8 ore și numai una a prezentat o urmă de geotropism; 4 au fost examinate pentru prima dată după 14 ore și numai una dintre ele era puțin geotropă. După 23—24 de ore, 5 din cele 10, încă mai erau orizontale, 4 puțin și una hotărît geotropă. După 48 de ore cîteva dintre ele au devenit puternic geotrope. Radiculele cauterizate s-au lungit considerabil, însă nu merită să dăm măsurătorile.

Întrucît cinci dintre radiculele cauterizate de mai sus deveniseră puțin geotrope în 24 de ore, acestora (împreună cu trei care încă mai erau orizontale) li s-au răsturnat pozițiile, așa încît acum vîrfurile le erau întoarse în sus și au fost iarăși atinse cu substanță corosivă. După 24 de ore ele nu au prezentat nici o urmă de geotropism, în vreme ce cele opt exemplare martor corespunzătoare, care au fost de asemenea răsturnate într-o poziție în care vîrfurile mai multora erau îndreptate spre zenit, au devenit toate geotrope; unele din ele trecînd în 24 de ore printr-un unghi de 180°; altele printr-unul de circa 135°, iar altele prin numai 90°. Cele opt radicule care fuseseră cauterizate de două ori au mai fost observate încă o zi (adică timp de 48 de ore după ce fuseseră răsturnate) și tot nu prezentau nici un semn de geotropism. Ele au continuat totuși să crească rapid; patru au fost măsurate la 24 de ore după ce fuseseră răsturnate și în acest timp ele se lungiseră cu 8—11 mm; celelalte patru au fost măsurate la 48 de ore după ce au fost răsturnate și acestea se lungiseră cu 20, 18, 23 și 28 mm.

Pentru a ajunge la o concluzie în privința efectelor cauterizării vîrfurilor acestor radicule, trebuie să avem în vedere, mai întîi, că geotropismul acționează întotdeauna asupra radiculelor martor întinse orizontal, care se apleacă puțin în jos în 8 sau 9 ore; în al doilea rînd că sediul principal al curbării rezidă la o distanță de 3 pînă la 6 mm de la vîrf; în al treilea rînd, că vîrful a fost rareori decolorat de o substanță corosivă pe o distanță de mai mult de 1 mm; în al patrulea rînd, că majoritatea radiculelor cauterizate, cu toate că supuse tot timpul din plin influenței geotropismului, au rămas orizontale timp de 24 de ore și unele un timp de două ori mai îndelungat; și că asupra celor care s-au aplecat, geotropismul nu a acționat decît puțin; în al cincelea rînd, că radiculele cauterizate au continuat să crească aproape tot atît de bine și uneori chiar la fel ca și cele nevătămate, de-a lungul părții care

se apleca cel mai mult. În sfîrșit că o atingere a vîrfului cu o substanță corosivă, dacă este de una din părți, departe de a împiedica curbarea, de fapt o determină. Ținînd seama de toate aceste fapte, trebuie dă deducem că în condiții normale curbarea geotropă a rădăcinii este datorată unei influențe transmisă de la vîrf părții învecinate unde are loc curbarea; și că atunci cînd vîrful rădăcinii este cauterizat, el este incapabil să dea naștere stimulului necesar pentru a produce curbarea geotropă.

Întrucît observasem că grăsimea este foarte vătămătoare unor plante, ne-am hotărît să-i încercăm efectele pe radicule. Cînd cotiledoanele de *Phalaris* și *Avena* au fost unse cu grăsime de-a lungul unei părți, creșterea de acea parte a fost complet oprită sau considerabil împiedicată și întrucît partea opusă a continuat să crească, cotiledoanele astfel tratate s-au aplecat înspre partea unsă cu grăsime. Această substanță a omorît repede hipocotilurile delicate și frunzele tinere ale anumitor plante. Grăsimea folosită a fost obținută amestecînd negru de fum și untdelemn pînă la o consistență care putea fi depusă într-un strat gros. Vîrfurile a cinci radicule de bob au fost acoperite pe o porțiune de 3 mm și, spre surprinderea noastră, această parte s-a lungit pînă la 7,1 mm în 23 de ore; stratul gros de grăsime întinzîndu-se în mod curios. În acest fel, el nu a putut opri mult sau chiar de loc creșterea părții terminale a radiculei. În privința geotropismului, vîrfurile a șapte radicule întinse orizontal au fost acoperite pe o porțiune de 2 mm, și după 24 de ore nu s-a putut percepe nici o deosebire clară între curbarea lor descendentă și cea a unui număr egal de exemplare martor. Vîrfurile altor 33 de radicule au fost unse în diferite ocazii pe o distanță de 3 mm, și acestea au fost comparate cu martorii după 8,24 și 48 de ore. Într-unul din cazuri, după 24 de ore nu exista decît o foarte mică deosebire în curbare între exemplarele unse cu grăsime și cele martor; în general însă, deosebirea era vădită, cele cu vîrfurile unse fiind mult mai puțin aplecate în jos. Întreaga parte în creștere (inclusiv vîrfurile unse) a șase dintre aceste radicule a fost măsurată și s-a constatat că în 23 de ore se lungise în medie de la 10 mm la 17,7 mm; în vreme ce partea corespunzătoare la martor se lungise pînă la 20,3 mm. Se pare de aceea că, deși atunci cînd este uns cu grăsime, vîrful însuși continuă să crească, totuși creșterea întregei radicule este oarecum împiedicată; și curbarea geotropă a părții superioare, neunsă cu grăsime, era, în majoritatea cazurilor, considerabil diminuată.

Pisum sativum. — Vîrfurile a cinci radicule întinse orizontal deasupra apei au fost atinse ușor de două sau de trei ori cu substanță corosivă uscată. În două cazuri aceste vîrfuri au fost măsurate și s-a constatat că se înnegriseră pe o distanță de numai jumătate milimetru. Alte cinci radicule au fost lăsate ca martori. Partea cea mai aplecată prin geotropism este situată la o distanță de mai mulți milimetri de la vîrf. După 24 de ore și iarăși după 32 de ore de la început, patru dintre radiculele cauterizate încă mai erau orizontale, una era însă distinct geotropă, fiind aplecată cu 45° sub orizontală. Cei cinci martori erau puțin geotropi după 7 ore și 20 min, iar după 24 de ore ei erau toți puternic geotropi, fiind aplecați cu următoarele unghiuri sub orizontală: 59, 60, 65, 57 și 43°. Lungimea radiculelor nu a fost măsurată în nici unul din loturi, era însă evident că radiculele cauterizate crescuseră considerabil.

Cazul următor dovedește că acțiunea substanței corosive prin ea însăși nu împiedică curbarea radiculei. Zece radicule au fost întinse orizontal și sub un strat de pămînt de turbă umed; iar înainde de a le întinde, vîrfurile le-au fost atinse pe partea superioară cu substanța corosivă uscată. Alte zece radicule la fel așezate au fost atinse pe partea inferioară, ceea ce ar tinde să le facă să se aplece dinspre partea cauterizată, adică în sus, în opoziție cu geotropismul. În sfîrșit, zece radicule necauterizate au fost întinse orizontal ca martori. După 24 de ore toate acestea din urmă erau geotrope; și cele zece cu vîrfurile cauterizate pe partea superioară erau la fel de geotrope; și credem că ele s-au aplecat în jos înaintea martorilor. Cele zece radicule care fuseseră cauterizate pe partea inferioară prezentau un aspect cu totul diferit: nr. 1, însă, era vertical geotropă, aceasta nu era însă o excepție reală, deoarece, examinată la microscop, nu prezenta nici o urmă a vreunui semn colorat pe vîrf și era evident că din greșeală ea nu fusese atinsă cu substanța corosivă; nr. 2 era evident geotropă, fiind aplecată cu circa 45° sub orizontală; nr. 3 era puțin, iar nr. 4 de-abia perceptibil geotropă; nr. 5 și 6 erau absolut orizontale, iar restul de patru erau curbate în sus în opoziție față de geotropism. În aceste patru cazuri raza curbărilor ascendente (după ciclometrul lui Sachs) era de 5,10,30 și 70 mm. Această curbare era distinctă cu mult înainte de trecerea celor 24 de ore, și anume după 8 ore și 45 min de cînd părțile inferioare ale vîrfurilor fuseseră atinse cu substanța corosivă.

Phaseolus multiflorus. — Opt radicule, servind drept martori, au fost întinse orizontal, unele în pămînt de turbă umed și altele în aer umed. Toate au devenit (temperatura 20—21°C) vădit geotrope în 8 ore și 30 min, deoarece stăteau atunci într-un unghi mediu de 63°sub orizontală. O porțiune puțin mai lungă din radiculă se apleacă în jos prin geotropism mai mult decît în cazul speciei *Vicia faba*, și anume puțin mai mult de 6 mm, măsurată de la vîrful scufiei radiculare. Alte nouă radicule au fost întinse la fel, trei în pămînt de turbă umed și șase în aer umed și substanța corosivă uscată a fost ținută [lipită] oblic față de vîrfurile lor timp de 4 sau 5 secunde. Trei dintre vîrfurile lor au fost ulterior examinate : la primul, o porțiune lungă de 0,68 mm era decolorată, din care cei 0,136 mm bazali erau galbeni, porțiunea din vîrf fiind neagră ; la al doilea, porțiunea decolorată era lungă de 0,65 mm, din care cei 0,04 mm bazali erau galbeni ; la al treilea, porțiunea decolorată era lungă de 0,6 mm, din care cei 0,13 mm bazali erau galbeni. Deci, mai puțin de 1 mm a fost influențat de substanța corosivă, ceea ce a fost însă aproape pe deplin suficient pentru a împiedica acțiunea geotropă, întrucît după 24 de ore numai una singură din cele 9 radicule cauterizate a devenit puțin geotropă, fiind aplecată acum cu 10° sub orizontală, restul de 8 rămînînd orizontale, cu toate că una era curbată puțin lateral.

Partea terminală (lungă de 10 mm) a celor 10 radicule cauterizate în aer umed s-a lungit mai mult decît dublu în cele 24 de ore, întrucît această porțiune era acum în medie lungă de 20,7 mm. În același timp, creșterea în lungime a fost mai mare la exemplarele martor, deoarece partea terminală crescuse în medie de la 10 la 26,6 mm. Întrucît însă radiculele cauterizate își depășise dublul lungimii în 24 de ore, este evident că ele nu fuseseră serios vătămate de substanța corosivă. Putem adăuga că atunci cînd, experimentînd asupra efectelor atingerii unei părți a vîrfului cu substanță corosivă, s-a aplicat la început prea mult [din această substanță] și tot vîrful (credem însă că nu mai mult decît o porțiune lungă de 1 mm) a șase radicule întinse orizontal a pierit, acestea au continuat să crească orizontal încă 2 sau 3 zile.

S-au făcut numeroase încercări ungînd vîrfurile unor radicule întinse orizontal cu grăsimea vîscoasă descrisă mai sus. Curbarea geotropă a 12 radicule care erau astfel unse [cu grăsime] pe o distanță de 2 mm a fost întîrziată în timpul primelor 8 sau 9 ore, însă după 24 de ore era aproape tot atît de mare ca și cea a exemplarelor martor. Vîrfurile a nouă radicule au fost unse [cu grăsime] pe o distanță de 3 mm și după 7 ore și 10 min acestea stăteau într-un unghi mediu de 30° sub orizontală, pe cînd martorii stăteau într-un unghi mediu de 54°. După 24 de ore cele două loturi nu se deosebeau decît puțin prin gradul lor de curbură. Totuși, în alte cîteva încercări, după 24 de ore exista o deosebire destul de bine pronunțată între cele cu vîrfuri unse cu grăsime și martori. Partea terminală a 8 exemplare martor s-a lungit în 24 de ore de la 10 mm la o lungime medie de 24,3 mm, pe cînd lungimea medie la cele cu vîrfurile unse cu grăsime a fost de 20,7 mm. Grăsimea a oprit, deci, puțin creșterea părții terminale, însă această porțiune nu a fost mult vătămată, întrucît mai multe radicule care fuseseră unse cu grăsime pe o distanță de 2 mm au continuat să crească timp de șapte zile și atunci erau numai cu puțin mai scurte decît martorii. După cele 7 zile, aspectul prezentat de aceste radicule era foarte curios, întrucît grăsimea neagră se întinsese în cele mai subțiri striuri longitudinale, cu puncte și reticulații care le acopereau suprafețele pe o distanță de 26—44 mm. Putem de aceea conchide că grăsimea de pe vîrfurile radiculelor acestui *Phaseolus* întîrzie puțin și micșorează curbarea geotropă a părții care ar trebui să se aplece cel mai mult.

Gossypium herbaceum. — Radiculele acestei plante se apleacă, prin acțiunea geotropismului, pe o distanță de circa 6 mm. Vîrfurile a cinci radicule, așezate orizontal în aer umed, au fost atinse cu substanță corosivă și decolorarea s-a extins pe o distanță de 2/3—1 mm. După 7 ore și 45 min și iarăși după 23 de ore ele nu prezentau nici o urmă de geotropism ; totuși, porțiunea terminală, lungă de 9 mm, sporise în medie pînă la15,9 mm. După 7 ore și 45 min, șase radicule martor erau toate evident geotrope, două dintre ele atîrnînd vertical și după 23 de ore toate erau verticale sau aproape verticale.

Cucurbita ovifera. — Un mare număr de încercări s-au dovedit aproape inutile, din următoarele trei cauze : în primul rînd, vîrfurile radiculelor care au îmbătrînit puțin sînt numai slab geotrope, dacă sînt ținute în aer umed ; și nici nu am reușit cum trebuie în experiențele noastre, pînă ce semințele în germinare nu au fost puse în pămînt de turbă și ținute la o temperatură relativ ridicată. În al doilea rînd, hipocotilurile semințelor care erau fixate cu ace de capacele vaselor s-au curbat treptat ; și, deoarece cotiledoanele erau fixate, mișcarea hipocotilului a influențat poziția radiculei și a creat confuzie. În al treilea rînd, vîrful radiculei

este atît de subțire încît este greu de a nu-l cauteriza fie prea mult, fie prea puțin. În general, am reușit însă să învingem această din urmă dificultate, după cum se vede din experiențele următoare, care sînt prezentate pentru a dovedi că o atingere cu o substanță corosivă pe o parte a vîrfului nu împiedică partea superioară a radiculei de a se apleca. Zece radicule au fost puse orizontal sub și pe pămînt de turbă umed și vîrfurile le-au fost atinse cu substanță corosivă pe partea superioară. După 8 ore, toate erau vădit geotrope, trei dintre ele în unghi drept; după 19 ore toate erau puternic geotrope, majoritatea dormind vertical în jos. Altor zece radicule, așezate la fel, li s-au atins vîrful cu substanță corosivă pe partea inferioară; după 8 ore, trei erau foarte puțin geotrope, însă nici pe departe atît de mult ca exemplarul cel mai puțin geotrop dintre cele de mai sus; patru au rămas orizontale, iar trei s-au curbat în sus în opoziție cu geotropismul. După 19 ore, cele trei care erau puțin geotrope au devenit puternic geotrope. Dintre cele patru radicule orizontale, numai una singură a prezentat o urmă de geotropism; dintre cele trei radicule curbate în sus, una și-a păstrat curbarea, iar celelalte două au devenit orizontale.

După cum am observat mai sus, radiculele acestei plante nu reușesc bine în aer umed, se poate însă prezenta pe scurt rezultatul uneia din încercări. Nouă radicule tinere, lungi între 0,75 și 1,25 cm, cu vîrfurile cauterizate și înnegrite pe o distanță nedepășind niciodată 1/2 mm, împreună cu 8 exemplare martor, au fost întinse orizontal în aer umed. După un interval de numai 4 ore și 10 min toți martorii erau ușor geotropi, pe cînd nici unul dintre exemplarele cauterizate nu a prezentat vreo urmă a acestei acțiuni. După 8 ore și 35 min aceeași deosebire exista între cele două grupe, însă ceva mai puternic pronunțată. În acest timp ambele grupe sporiseră considerabil în lungime. Martorii nu s-au aplecat însă niciodată mult în jos; și după 24 de ore nu exista o deosebire mare între cele două grupe în gradul lor de curbare.

Opt radicule tinere de aproape aceeași înălțime (în medie de 0,9 cm) au fost puse pe și sub pămînt de turbă și expuse la o temperatură de 75—76°F. Vîrfurile le fuseseră atinse oblic cu substanță corosivă și cinci dintre ele s-au înnegrit pe o distanță de circa 0,5 mm, pe cînd celelalte trei s-au decolorat numai de-abia vizibil. În aceeași cutie erau 15 radicule martor, majoritatea lungi de 0,9 cm, unele însă puțin mai lungi și mai bătrîne și de aceea mai puțin sensibile. După 5 ore cele 15 radicule martor erau toate mai mult sau mai puțin geotrope; după 9 ore, opt dintre ele erau aplecate sub orizontală în diferite unghiuri între 45 și 90°, restul de șapte nefiind decît puțin geotrope; după 25 de ore, toate erau geotrope în unghi drept. Starea celor opt radicule cauterizate, după aceleași intervale de timp, era după cum urmează: după 5 ore una singură era puțin geotropă, și aceasta era una din cele cu vîrful foarte puțin decolorat; după 9 ore cea menționată acum era geotropă în unghi drept, iar alte două erau puțin geotrope și acestea erau cele trei care de-abia fuseseră influențate de substanța corosivă; celelalte cinci erau absolut orizontale. După 24 de ore și 40 min cele trei cu vîrfurile numai puțin decolorate erau aplecate în unghi drept în jos; celelalte cinci nu erau cîtuși de puțin influențate, cîteva dintre ele crescuseră însă puțin cam strîmbe, însă tot într-un plan orizontal. Cele 8 radicule cauterizate care la început erau în medie lungi de 0,9 cm, după 9 ore se lungiseră în medie pînă la 2 cm, iar după 24 de ore și 40 min pînă la lungimea medie extraordinară de 5 cm. Nu exista nici o deosebire vădită între cele cinci radicule bine cauterizate care au rămas orizontale și cele trei cu vîrfurile puțin cauterizate, care se aplecaseră brusc în jos. Cîteva dintre radiculele martor au fost măsurate după 25 de ore și în medie ele erau numai cu puțin mai lungi decît cele cauterizate, și anume de 5,475 cm. Vedem astfel că omorîrea vîrfului extrem al radiculei acestei plante pe o distanță de circa 0,5 mm deși oprește aplecarea geotropă a părții superioare, aproape că nu împiedică creșterea întregii radicule.

În aceeași ladă cu cele 15 exemplare martor, a căror aplecare și creștere rapidă geotropă a fost descrisă puțin mai sus, existau șase radicule lungi de circa 1,5 cm, întinse orizontal, ale căror vîrfuri fuseseră amputate în direcție oblică pe o distanță de-abia de 1 mm. Aceste radicule au fost examinate după 9 ore și iarăși după 24 de ore și 40 min și toate au rămas orizontale. Ele nu se strîmbaseră nici pe departe atît de mult ca cele descrise mai sus, care fuseseră cauterizate. Radiculele cu vîrfurile amputate crescuseră în 24 de ore și 40 min, judecînd după ochi, tot atît de mult ca și exemplarele cauterizate.

Zea mays. — Vîrfurile mai multor radicule, întinse orizontal în aer umed, au fost uscate cu hîrtie sugativă și apoi întinse la prima încercare timp de 2 sau 3 secunde cu substanță corosivă uscată; acest contact era însă prea lung, deoarece vîrfurile s-au înnegrit pe o distanță de ceva mai mult de 1 mm. După un interval de 9 ore ele nu au prezentat nici

un semn de geotropism și atunci au fost aruncate. La o a doua încercare vîrfurile a trei radicule au fost atinse pentru un timp mai scurt și ele s-au înnegrit pe o distanță între 0,5 și 0,75 mm; timp de 4 ore ele au rămas toate orizontale, însă după 8 ore și 30 min una din ele, la care vîrful înnegrit era lung de numai 0,5 mm, s-a aplecat cu 2° sub orizontală. Toate cele 6 radicule martor au devenit ușor geotrope în 4 ore și puternic geotrope după 8 ore și 30 min, cu sediul principal al curbării în general între 6 și 7 mm de la vîrf. La exemplarele cauterizate partea terminală în creștere, lungă de 10 mm, a crescut în cele 8 ore și 30 min pînă la o lungime medie de 13 mm, iar martorii pînă la 14,3 mm.

La o a treia încercare, vîrfurile a 5 radicule (expuse la o temperatură de 70—71°F) au fost atinse numai o dată și foarte ușor cu substanța corosivă; ulterior ele au fost examinate la microscop și partea care era decolorată într-un fel oarecare era în medie lungă de 0,76 mm. După 4 ore și 10 min nici una nu se aplecase, după 5 ore și 45 min și iarăși după 23 de ore și 30 min ele încă mai rămăseseră orizontale, în afară de una care acum era aplecată cu 20° sub orizontală. Partea terminală, lungă de 10 mm, se lungise mult în decursul celor 23 de ore și 30 min, în medie pînă la 26 mm. Patru radicule martor au devenit puțin geotrope după 4 ore și 10 min, și vădit geotrope după 5 ore și 45 min. Lungimea lor medie, după cele 23 de ore și 30 min, crescuse de la 10 la 31 mm. De aceea, o ușoară cauterizare a vîrfului împiedică puțin creșterea întregei radicule și oprește evident aplecarea părții care ar trebui să se aplece cel mai mult sub influența geotropismului și care încă mai continua să crească considerabil în lungime.

Observații finale. — S-au dat mai sus dovezi din abundență arătînd că la diferite plante numai vîrful radiculei este sensibil la geotropism; și că, atunci cînd este astfel excitat el face ca părțile învecinate să se aplece. Lungimea exactă a părții sensibile pare oarecum variabilă, depinzînd în parte de vîrsta radiculei; însă distrugerea unei porțiuni între mai puțin de 1 mm și 1½ mm, la diferitele specii observate, este în general suficientă pentru a împiedica oricare parte a radiculei de a se apleca în decurs de 24 de ore sau chiar mai mult. Faptul că numai singur vîrful este sensibil este atît de remarcabil, încît vom da aici un rezumat scurt al experiențelor de mai sus. Vîrfurile a 29 de radicule de *Vicia faba*, întinse orizontal, au fost amputate și, cu cîteva excepții, ele nu au devenit geotrope în 22 sau 23 de ore, în vreme ce radiculele nemutilate s-au aplecat în jos în 8 sau 9 ore. Trebuie avut în vedere că simplul fapt al amputării vîrfului unei radicule întinse orizontal nu împiedică părțile învecinate de a se apleca, dacă anterior vîrful a fost expus timp de o oră sau două influenței geotropismului. După amputare, uneori vîrful regenerează complet în trei zile și este posibil ca el să fie în măsură să transmită un impuls părților învecinate înainte de regenerarea sa completă. Vîrfurile a șase radicule de *Cucurbita ovifera* au fost amputate ca cele de *Vicia faba*; și aceste radicule nu au prezentat în 24 de ore nici un semn de geotropism, pe cînd exemplarele martor erau puțin influențate în 5 ore și puternic în 9 ore.

Unor plante aparținînd la șase genuri li s-a atins oblic vîrful radiculelor cu o substanță corosivă uscată și vătămarea astfel provocată rareori s-a extins pe o distanță mai mare de 1 mm, și uneori pe o distanță mai mică, dacă judecăm chiar după cea mai slabă decolorare. Am considerat că aceasta este o metodă mai bună de a distruge vîrful vegetativ decît de a-l amputa; întrucît din multe experiențe anterioare și din cîteva prezentate în capitolul de față știam că o atingere cu o substanță corosivă pe de o parte a vîrfului nu numai că nu a împiedicat partea învecinată să se aplece, ci chiar a făcut-o să se aplece. În toate cazurile următoare, radicule cu vîrfurile necauterizate au fost observate în același timp și în condiții similare și, aproape în fiecare caz, ele s-au aplecat vizibil în jos în jumătate sau o treime din timpul în care au fost obser-

vate exemplarele cauterizate. La *Vicia faba* s-au cauterizat 19 radicule; 12 au rămas orizontale timp de 23 — 24 de ore; 6 au devenit puțin, iar una puternic geotropă. Opt din aceste radicule au fost apoi răsturnate și iarăși atinse cu o substanță corosivă și în 24 de ore nici una nu a devenit geotropă, pe cînd exemplarele martor răsturnate s-au aplecat, în acest timp, puternic în jos. La cinci radicule de *Pisum sativum* s-au atins vîrfurile cu substanță corosivă și după 32 de ore patru încă mai erau orizontale. Exemplarele martor erau puțin geotrope în 7 ore și 20 min și puternic geotrope în 24 de ore .Vîrfurile altor 9 radicule ale acestei plante au fost atinse numai pe partea inferioară și 6 din ele au rămas orizontale timp de 24 de ore, ori sau curbat în sus în opoziție față de geotropism; 2 erau puțin iar 1 evident geotrope. La *Phaseolus multiflorus*, 15 radicule au fost cauterizate și 8 au rămas orizontale timp de 24 de ore, în vreme ce toți martorii erau evident geotropi în 8 ore și 30 min. Din 5 radicule cauterizate de *Gossypium herbaceum*, 4 au rămas orizontale timp de 23 de ore și 1 a devenit puțin geotropă; în 7 ore și 45 min 6 radicule martor au devenit distinct geotrope. Cinci radicule de *Cucurbita ovifera* au rămas orizontale în pămînt de turbă timp de 25 de ore, iar 9 au rămas așa în aer umed timp de 8 ore și 30 min, pe cînd martorii au devenit puțin geotropi în 4 ore și 10 min. Vîrfurile a 10 radicule ale acestei plante au fost atinse pe partea lor inferioară și 6 dintre ele au rămas orizontale sau s-au curbat în sus după 19 ore, 1 fiind puțin, iar 9 puternic geotrope).

În sfîrșit vîrfurile mai multor radicule de *Vicia faba* și de *Phaseolus multiflorus* au fost unse cu un strat gros de grăsime pe o distanță de 3 mm. Această substanță care este foarte vătămătoare majorității plantelor, nu a omorît vîrfurile și nu a oprit creșterea lor, ci a redus numai puțin viteza de creștere a radiculelor; însă în general a întîrziat puțin aplecarea geotropă a părții superioare.

Diferitele cazuri de mai sus nu ne-ar spune nimic dacă vîrful însuși ar fi partea care se apleacă cel mai mult; știm însă că o parte cu cîțiva milimetri de la vîrf este cea care crește mai repede și care, sub influența geotropismului, se apleacă cel mai mult. Nu avem nici un motiv de a presupune că această parte este vătămată prin moartea sau vătămarea vîrfului; și este sigur că după ce vîrful a fost distrus, această parte continuă să crească cu o asemenea viteză încît adesea lungimea ei s-a dublat într-o zi. Am văzut de asemenea că distrugerea vîrfului nu împiedică partea învecinată de a se apleca, dacă această parte a primit de pe acum o oarecare influență de la vîrf. Deoarece la radicule întinse orizontal, ale căror vîrfuri au fost amputate sau distruse, partea care ar trebui să se aplece cel mai mult rămîne nemișcată multe ore sau zile, deși expusă în unghi drept la toată influența geotropismului, trebuie să conchidem că numai vîrful este sensibil la această forță, și că transmite o oarecare influență sau stimul părților învecinate, făcîndu-le să se aplece. Avem dovezi directe de asemenea transmiteri: atunci cînd o radiculă este lăsată orizontal timp de o oră sau o oră și jumătate, în care timp influența presupusă trebuie să fi parcurs o mică distanță de la vîrf și apoi vîrful a fost amputat, radicula s-a aplecat ulterior, deși era așezată vertical. Porțiunile terminale ale mai multor radicule tratate în acest fel au continuat să crească cîtva timp în direcția curbării nou-dobîndite, întrucît fiind lipsite de vîrfuri, geotropismul nu a mai acționat asupra lor. Însă după trei sau patru zile, după ce s-au format noi vîrfuri vegetative, geotropismul a acționat iarăși asupra radiculelor și acum ele

s-au aplecat vertical. Pentru a vedea ceva în felul de mai sus la regnul animal, ar trebui să presupunem că, pe cînd este culcat, un animal este hotărît să se ridice într-o anumită direcție; și că după ce i s-a tăiat capul, un impuls continuă să înainteze foarte încet de-a lungul nervilor către mușchii respectivi; așa încît după cîteva ore animalul fără cap s-a ridicat în direcția predeterminată.

Întrucît s-a constatat că vîrful radiculei este partea sensibilă la geotropism la reprezentanții unor familii atît de distincte ca leguminoasele, malvaceele, cucurbitaceele și gramineele, putem deduce că acest caracter este comun rădăcinilor majorității plantulelor. Pe cînd o rădăcină pătrunde în pămînt, vîrful trebuie să înainteze primul și ne putem da seama de avantajul faptului că el este sensibil la geotropism, întrucît el trebuie să determine mersul întregii rădăcini. Ori de cîte ori vîrful este deviat de vreun obstacol subteran, va fi de asemenea un avantaj ca o porțiune considerabilă din rădăcină să fie în măsură să se aplece, mai ales că vîrful însuși crește încet și nu se apleacă decît puțin, așa încît mersul normal în jos să poată fi curînd reluat. La prima vedere pare însă indiferent dacă aceasta s-ar realiza prin faptul că întreaga parte în creștere este sensibilă la geotropism sau că o influență este transmisă exclusiv de la vîrf. Trebuie totuși să ne reamintim că vîrful este acela care este sensibil la atingerea unor obiecte tari, făcînd ca radicula să se aplece îndepărtîndu-se de ele, conducînd-o astfel de-a lungul liniilor de cea mai mică rezistență din pămînt. Vîrful este de asemenea singura parte sensibilă, cel puțin în unele cazuri, la umiditate, făcînd ca radicula să se aplece înspre sursa ei. Aceste două feluri de sensibilitate învinge cîtva timp sensibilitatea față de geotropism, care însă predomină pînă în cele din urmă. De aceea aceste trei feluri de sensibilitate trebuie să intre adesea în antagonism, mai întîi una din ele predominînd și apoi o alta; și ar fi un avantaj, poate chiar o necesitate pentru echilibrarea și reconcilierea acestor trei feluri de sensiblități, ca ele să fie toate localizate în aceeași grupă de celule care trebuie să transmită comenzile părților învecinate ale radiculei, făcîndu-le să se aplece dinspre sursa de iritare.

În sfîrșit, faptul că numai vîrful este sensibil la atracția forței gravitaționale are o legătură importantă cu teoria geotropismului. Autorii par să considere în general aplecarea unei radicule înspre centrul pămîntului ca rezultatul direct al forței gravitaționale care este considerată ca modificînd creșterea suprafețelor superioare sau inferioare în așa fel încît să determine curbarea în direcția corespunzătoare. Acum știm însă că [gravitatea] acționează numai asupra vîrfului și că această parte transmite o oarecare influență aspra părților învecinate, făcîndu-le să se aplece în jos. Forța gravitațională pare să acționeze mai direct asupra unei radicule decît o face asupra oricărui animal inferior organizat care se îndepărtează atunci cînd simte vreo greutate sau vreo apăsare.

CAPITOLUL AL XII-LEA

REZUMAT ŞI OBSERVAŢII FINALE

Natura mişcării circumnutante — Istoricul unei seminţe care încolţeşte — Radicula iese mai întîi în afară şi circumnutează — Vîrful ei foarte sensibil — Apariţia hipocotilului şi a epicotilului din pămînt în formă de arc — Circumnutaţia sa şi cea a cotiledoanelor — Plantula emite o tulpină purtătoare de frunze — Circumnutaţia tuturor părţilor sau organelor — Circumnutaţia modificată — Epinastie şi hiponastie — Mişcările plantelor cătărătoare — Mişcările nictitrope — Mişcările stimulate de lumină şi gravitaţie — Localizarea sensibilităţii — Asemănarea dintre mişcările plantelor şi cele ale animalelor — Vîrful radiculei acţionează ca un creier.

Ar putea fi util cititorului dacă am rezuma pe scurt concluziile principale care, după părerea noastră, au fost destul de bine stabilite prin observaţiile prezentate în acest volum. Toate părţile sau organele fiecărei plante, în timp ce cresc şi unele părţi, care sînt prevăzute cu pulvine, după ce au încetat să crească, circumnutează în mod continuu. Această mişcare începe chiar înainte ca tînăra plantulă să fi ieşit din pămînt. În măsura în care s-a stabilit, natura mişcării şi cauzele ei au fost descrise pe scurt în introducere. Nu se ştie de ce celulele fiecărei părţi a unei plante devin mai turgescente, iar membranele celulare mai extensibile, mai întîi de o parte şi apoi de alta, provocînd astfel circumnutaţie. S-ar părea ca şi cînd modificările celulelor ar necesita perioade de repaus. În unele cazuri, ca la hipocotilele de *Brassica*, la frunzele de *Dionaea* şi la articulaţiile gramineelor, mişcarea de circumnutaţie, cînd este examinată la microscop, constă din nenumărate mici oscilaţii. Partea sub observaţie saltă brusc înainte pe o distanţă de 0,05 — 0,025 mm, şi apoi se retrage încet pe o parte din această distanţă; după cîteva secunde ea face iarăşi salturi înainte, însă cu multe întreruperi. Mişcarea de retragere pare să se datoreze elasticităţii ţesuturilor care rezistă. Nu ştim în ce măsură această mişcare oscilatorie este generală, deoarece nu am observat la microscop multe plante care circumnutau; însă nici o asemenea mişcare nu a putut fi detectată la *Drosera* cu un obiectiv de 5 cm* pe care l-am folosit. Acest fenomen este remarcabil. Hipocotilul întreg al unei [plantule de] varză sau frunza întreagă de *Dionaea* nu au putut sălta înainte, dacă

* Puterea de mărire = 2 ţoli (*N. trad.*).

un număr foarte mare de celule de pe una din părți nu erau simultan influențate. Să presupunem oare că aceste celule devin în mod constant din ce în ce mai turgescente de una din părți, pînă ce partea brusc cedează și se apleacă provocînd la plantă ceea ce s-ar putea numi un cutremur de pămînt microscopic; sau celulele de una din părți devin brusc turgescente într-un mod intermitent, fiecărei mișcări înainte astfel cauzată opunîndu-i-se elasticitatea țesuturilor?

Circumnutația este de o importanță primordială în viața fiecărei plante, întrucît prin modificarea ei au fost dobîndite multe mișcări foarte folositoare sau necesare. Atunci cînd lumina cade pe o parte a unei plante sau cînd lumina se transformă în întuneric ori atunci cînd forța gravitației acționează asupra unei părți cu poziție schimbată, planta capătă posibilitatea, în vreun fel necunoscut, să sporească turgescența care variază tot timpul a celulelor de una din părți, așa încît mișcarea obișnuită de circumnutație se modifică și acea parte se apleacă fie spre, fie dinspre cauza excitatorie; sau ea poate ocupa o poziție nouă, ca la așa-numitul somn al frunzelor. Influența care modifică circumnutația poate fi transmisă de la una din părți la o alta. Adesea schimbări înăscute sau constituționale modifică, independent de orice factor extern, mișcările de circumnutație, în perioade speciale din viața plantei. Întrucît circumnutația este general prezentă, putem înțelege cum se face că mișcările de același fel s-au dezvoltat la reprezentanții cei mai deosebiți din seria vegetală. Nu trebuie însă presupus că toate mișcările plantelor iau naștere din circumnutație modificată, deoarece, după cum vom vedea îndată, există motive de a crede că nu acesta este cazul.

După ce am făcut aceste cîteva observații preliminare, ne vom imagina o sămînță care germinează și vom examina rolul pe care îl joacă în viața plantei diferitele mișcări. Prima modificare este ieșirea radiculei, care începe imediat să circumnuteze. Această mișcare este imediat modificată de către atracția gravitațională și devine geotropă. De aceea, dacă presupunem că sămînța stă la suprafața (solului), radicula se va curba repede în jos, urmînd un mers mai mult sau mai puțin în spirală, după cum s-a văzut pe placa de sticlă afumată. Sensibilitatea față de gravitație este localizată în vîrf; și vîrful este acela care transmite o oarecare influență părților învecinate, făcîndu-le să se aplece. De îndată ce vîrful, apărat de scufia radiculară, atinge solul, el pătrunde prin suprafața lui, dacă aceasta este moale sau friabilă; și actul pătrunderii pare să fie ajutat de mișcarea de balansare sau de circumnutație al întregului capăt al radiculei. Dacă suprafața este compactă, și nu poate fi străbătută ușor, atunci sămînța însăși, în afară numai de cazul cînd este grea, este deplasată sau ridicată în sus de către creșterea și alungirea continuă a radiculei. Însă în stare naturală semințele sînt adesea acoperite cu pămînt sau cu altă substanță, ori cad în crăpături etc., și astfel li se oferă un punct de rezistență și vîrful poate pătrunde mai ușor în pămînt. Există însă un alt ajutor chiar pentru semințele care zac libere la suprafață: o mulțime de peri excesivi de subțiri sînt emiși de către partea superioară a radiculei și aceștia se fixează solid de pietre sau de alte obiecte ce se găsesc pe suprafața solului, și chiar de sticlă și astfel partea superioară este reținută de substrat pe cînd vîrful apasă solul și pătrunde în el. Fixarea perilor radiculari este realizată prin lichefierea suprafeței exterioare a pereților de celuloză și prin întărirea ulterioară a substanței lichefiate. Acest

proces curios are probabil loc nu cu scopul fixării radiculelor de obiectele de la suprafața solului, ci pentru ca perii să fie aduși în contact foarte strîns cu particulele de pămînt, cu ajutorul cărora să poată absorbi stratul de apă care le înconjură, împreună cu orice substanță dizolvată.

După ce vîrful a pătruns în pămînt pînă la o mică adîncime, grosimea sporită a radiculei, împreună cu perii radiculari, îl țin strîns pe loc; și acum forța exercitată de creșterea în lungime a radiculei împinge vîrful mai adînc în pămînt. Această forță, combinată cu cea datorată creșterii transversale dau radiculei puterea unei pene. Chiar o rădăcină în creștere, de dimensiune moderată, ca cea a unei plantule de bob, poate deplasa o greutate de cîteva kilograme. Nu este probabil ca vîrful, atunci cînd este îngropat în pămînt compact, să poată de fapt circumnuta și astfel să-i ajute mersul în jos, însă mișcarea de circumnutație ușurează intrarea vîrfului în orice crăpătura laterală din pămînt sau într-o gaură făcută de vre-o rîmă sau larvă; și este sigur că adesea rădăcinile pătrund în jos în galeriile vechi făcute de rîme. Încercînd totuși să circumnuteze, vîrful apasă încontinuu pămîntul din toate părțile, și este aproape imposibil ca aceasta să nu fie de cea mai mare importanță pentru plantă; deoarece am văzut atunci cînd s-au fixat mici bucățele de carton și de hîrtie foarte subțire de părțile opuse ale vîrfului, întreaga parte în creștere a radiculei a fost determinată să se aplece de partea opusă cartonului (adică substanța mai rezistentă), înspre partea purtînd hîrtia subțire. Putem fi, de aceea, aproape siguri că, atunci cînd vîrful întîlnește în pămînt o piatră sau vreun alt obstacol, sau chiar pămînt mai compact de o parte decît de alta, rădăcina se va îndepărta pe cît posibil de obstacol sau de pămîntul mai rezistent și va urma astfel cu o dibăcie fără greș linia de cea mai mică rezistență.

Vîrful este mai sensibil la atingere prelungită cu un obiect decît forța gravitațională, cînd aceasta acționează oblic asupra radiculei, și uneori chiar atunci cînd acționează în cea mai favorabilă direcție în unghi drept față de radiculă. Vîrful a fost excitat de o bobiță de șelac fixată, cîntărind mai puțin de 0,33 mg; el este astfel mai sensibil decît cel mai delicat cîrcel, anume cel de *Passiflora gracilis* care a reacționat foarte slab la o bucată de sîrmă cîntărind 1,32 mg. Acest grad de sensibilitate nu poate fi comparat însă cu cel al glandelor de *Drosera*, întrucît acestea sînt excitate de particule cîntărind 65/78 740 mg. Sensibilitatea vîrfului nu poate fi explicată prin faptul că este acoperit de un strat mai subțire de țesut decît celelalte părți, deoarece este apărat de o scufie radiculară relativ groasă. Este remarcabil că deși radicula se apleacă îndepărtîndu-se atunci cînd o parte a vîrfului este atinsă ușor cu o substanță corosivă, totuși dacă acea parte este mult cauterizată, vătămarea este prea mare și capacitatea de a transmite o oarecare influență părților învecinate, făcîndu-le să se aplece, este pierdută. Se cunosc și alte cazuri analoge.

După ce o radiculă a fost deviată de vreun obstacol, geotropismul îndrumează vîrful să crească iarăși vertical în jos; însă geotropismul este o forță slabă și aici, după cum a arătat Sachs, o altă mișcare interesantă de adaptare intră în joc, întrucît, la o distanță de cîțiva milimetri de vîrf, radiculele sînt sensibile la atingere prelungită, în așa fel încît ele se apleacă spre obiectul care le atinge în loc de a se îndepărta de el, după cum se întîmplă atunci cînd un obiect atinge o parte laterală a vîrfului. De altfel, curbarea astfel cauzată este abruptă, numai partea apăsată aplecîndu-se. Chiar o presiune ușoară, ca cea a unei bucățele de carton fixată de una din părți, este suficientă. De aceea,

în timp ce trece peste marginea vreunui obstacol din pămînt, radicula va apăsa pe acesta prin acțiunea geotropismului; și această apăsare va face ca radicula să se străduiască să se curbeze brusc pe deasupra marginii. În acest fel, ea își va relua cît mai repede mersul ei normal în jos.

Radiculele sînt de asemenea sensibile și la aerul care conține mai multă umiditate de o parte decît de alta și ele se apleacă spre sursa de umiditate. Este de aceea probabil ca ele să fie la fel de sensibile la umezeala din pămînt. S-a stabilit în mai multe cazuri că această sensibilitate rezidă în vîrf, care transmite o influență făcînd ca partea superioară învecinată să se aplece înspre obiectul umed, în opoziție față de geotropism. Putem deduce de aceea că rădăcinile vor devia din mersul lor în jos înspre orice sursă de umiditate din pămînt.

De asemenea, majoritatea sau totalitatea radiculelor sînt ușor sensibile la lumină și, după Wiener, se apleacă în general puțin de partea opusă ei. Este foarte îndoielnic dacă aceasta le poate fi de vreun folos, însă la semințele care germinează la suprafață ea va fi de un mic ajutor geotropismului la îndrumarea radiculelor spre pămînt[1]. Într-un caz am stabilit că asemenea sensibilitate rezidă în vîrf și face ca părțile învecinate să se aplece de partea opusă luminii. Rădăcinile observate de Wiesner erau toate apheliotrope și aceasta le folosește fără îndoială să vină în contact cu trunchiurile de copaci sau cu suprafețele pietrelor, după cum le este obiceiul.

Vedem astfel că la plantule vîrful radicului este înzestrat cu diferite feluri de sensibilități și că vîrful îndrumează părțile învecinate în creștere să se aplece înspre sau dinspre cauza excitatorie, după nevoile plantei. Laturile radiculei sînt de asemenea sensibile la atingere, însă într-un fel cu totul diferit. Forța gravitațională, deși o cauză mai puțin puternică de mișcare decît ceilalți stimuli indicați mai sus, este întotdeauna prezentă; așa încît pînă în cele din urmă predomină și determină creșterea în jos a rădăcinii.

Radicula emite radicelele care proeminează suborizontal; într-un caz, acestea au fost observate circumnutînd. Vîrfurile lor sînt de asmenea sensibile la atingere, și ele sînt astfel provocate să se curbeze, îndepărtîndu-se de orice obiect care le atinge; așa încît, în aceste privințe, ele seamănă, pe cît au fost observate, cu radiculele. Dacă sînt deplasate, ele își reiau, după cum a arătat Sachs, poziția lor inițială suborizontală, ceea ce pare că se datorește diageotropismului. Radicelele emit radicule terțiare, însă acestea, în cazul bobului, nu sînt influențate de forța gravitațională; în consecință, ele sînt emise în toate direcțiile. Astfel, aranjamentul general al celor trei categorii de rădăcini este excelent adaptat pentru a căuta în tot substratul particulele nutritive.

Sachs a arătat că dacă vîrful radiculei este amputat (și uneori în natură vîrful este distrus în condiții naturale), una dintre radicelele secundare crește vertical în jos, într-un fel analog cu creșterea în sus a unui lăstar lateral după amputarea lăstarului conducător. Am văzut la radiculele de bob că dacă radicula este numai comprimată în loc de a fi amputată, așa încît surplusul de sevă este îndreptat spre radiculele secundare, starea lor naturală este perturbată și ele cresc în jos. S-au arătat și alte fapte analoge. Întrucît orice tulbură constituția normală tinde să ducă la reversiune, și anume la reluarea unui caracter anterior, pare probabil ca, atunci cînd radiculele secundare cresc în jos, sau lăstarii late-

[1] Dr. Karl Richter, care s-a ocupat în mod special de acest subiect („K. Akad. der Wissenschaften in Wien", 1879, p. 149), afirmă că heliotropismul nu ajută radiculele să pătrundă în pămînt.

rali în sus, aceste organe să revină la modul inițial de creștere specific radiculelor și lăstarilor.

La semințele dicotiledonatelor, după emiterea radiculei, hipocotilul iese străbătînd învelișul seminței, însă, dacă cotiledoanele sînt hipogeice, epicotilul este cel care iese primul. La început aceste organe sînt invariabil curbate, cu partea superioară aplecată înapoi și paralelă cu cea inferioară; și ele păstrează această formă pînă ce au ieșit la suprafață. Totuși, în unele cazuri, peţiolurile cotiledoanelor sau primele frunze adevărate sînt cele care străbat prin învelișul semințelor, precum și prin pămînt, înainte ca vreo parte a tulpinii să iasă [din pămînt]; și atunci peţiolurile sînt aproape invariabil curbate. Nu am întîlnit decît o singură excepție și aceea numai parțială, și anume la peţiolurile primelor două frunze de *Acanthus candelabrum*. La *Delphinium nudicaule* peţiolurile celor două cotiledoane sînt complet alipite și ies din pămînt curbate; ulterior, peţiolurile frunzelor timpurii consecutiv formate sînt curbate și sînt astfel în măsură să străbată baza peţiolurilor alipite ale cotiledoanelor. În cazul lui *Megarrhiza*, plumula este cea care străbate ca un arc prin tubul format de confluența cotiledoanelor. La plantele mature, tulpinile florale și frunzele cîtorva specii și rahisurile mai multor ferigi sînt de asemenea curbate cînd ies separat din pămînt.

Faptul că atît de multe și diferite organe la plante de diverse specii ies din pămînt în formă de arc arată că acest [fenomen] trebuie să fie într-un fel oarecare deosebit de important pentru ele. După Haberlandt, delicatul vîrf în creștere este astfel apărat de frecare, ceea ce este probabil adevărata explicație. Însă, în timp ce ambele brațe ale arcului cresc, capacitatea lor de a pătrunde prin pămînt este mult sporită, atîta timp cît vîrful rămîne în interiorul învelișului seminței și are un punct de sprijin. În cazul monocotiledonatelor, plumula sau cotiledonul este, după cît am putut vedea, rareori arcuit; acesta este însă cazul cu cotiledonul de ceapă asemănător unei frunze; și aci vîrful arcului este întărit de o protuberanță specială. La graminee vîrful cotiledonului drept, în formă de teacă, se dezvoltă într-o creastă dură și ascuțită, care evident servește pentru a pătrunde în pămînt. La dicotiledonate, arcuirea epicotilului sau a hipocotilului apare adesea ca rezultînd numai din modul în care părțile sînt strînse în interiorul seminței; este însă îndoielnic dacă acesta este întregul adevăr în oricare caz, și cu siguranță că în mai multe cazuri în care s-a observat că curbarea a început după ce părțile au ieșit complet din învelișul semințelor. Întrucît curbarea a avut loc în oricare poziție s-ar fi aflat semințele, ea este datorată fără îndoială creșterii temporar sporită a naturii epinastiei sau a hiponastiei de-a lungul unei laturi a organului.

Deoarece acest obicei al hipocotilului de a se curba pare general, el este probabil de origine foarte veche. De aceea nu este surprinzător ca el să fie ereditar, cel puțin într-o oarecare măsură, la plantele cu cotiledoane hipogeice, la care hipocotilul nu este decît foarte puțin dezvoltat și nu iese niciodată din pămînt și la care arcuirea este acum firește complet inutilă. După cum am văzut, această tendință explică curbarea hipocotilului (și mișcarea consecutivă a radiculei), care a fost observată mai întîi de Sachs și pe care am semnalat-o sub denumirea de curbarea lui Sachs.

Diferitele organe curbate de mai sus circumnutează încontinuu sau se străduiesc să circumnuteze, chiar înainte de a ieși din pămînt. De îndată ce vreuna din părți iese din învelișul seminței, apogeotropismul acționează asupra ei și ambele brațe [ale arcului] se curbează în sus atît de repede cît permite pămîntul înconjurător, pînă ce arcul devine vertical. Apoi, prin creșterea continuată el iese

cu forţa din pămînt; deoarece el se străduieşte în mod continuu să circumnuteze, aceasta va ajuta într-o mică măsură ieşirea din pămînt, întrucît ştim că un hipocotil care circumnutează poate împinge şi îndepărta de jur împrejur nisipul umed. De îndată ce cea mai slabă rază de lumină ajunge la o plantulă, heliotropismul o va îndruma prin orice crăpătură din pămînt sau printr-o masă împîslită de vegetaţie suprapusă, întrucît apogeotropismul prin el însuşi nu poate îndruma direct plantula decît orbeşte în sus. Este deci probabil că sensibilitatea la lumină rezidă în vîrful cotiledoanelor gramineelor şi în partea superioară a hipocotilelor, cel puţin la unele plante.

Pe măsură ce arcul creşte în sus, cotiledoanele sînt trase din pămînt. Învelişurile seminţelor ori sînt lăsate îngropate în pămînt sau păstrate cîtva timp cu cotiledoanele încă închise în învelişul seminţei. Ulterior ele sînt îndepărtate numai prin umflarea cotiledoanelor. La majoritatea cucurbitaceelor există însă un curios dispozitiv special pentru spargerea învelişului seminţelor pe cînd sînt încă sub pămînt şi anume o pană la baza hipocotilului proeminînd în unghi drept, care menţine în jos jumătatea inferioară a învelişului seminţei, în timp ce creşterea părţii curbate a hipocotilului ridică în sus jumătatea superioară şi astfel îl despică în două. O structură puţin analogă se întîlneşte la *Mimosa pudica* şi la alte cîteva plante. Înainte ca cotiledoanele să se fi desfăcut şi să se fi îndepărtat între ele, hipocotilul în general se îndreaptă prin creşterea sa sporită de-a lungul părţii concave, inversînd procesul care a determinat arcuirea. Pînă în cele din urmă nu rămîne nici o urmă din curbarea anterioară, în afară numai de cazul cotiledoanelor de ceapă în formă de frunză.

Cotiledoanele pot prelua acum funcţia frunzelor, descompunînd bioxidul de carbon; ele cedează de asemenea celorlalte părţi ale plantei substanţele nutritive pe care adesea le conţin. Atunci cînd conţin o mare rezervă de substanţe nutritive, ele rămîn în general îngropate în pămînt, datorită micii dezvoltări a hipocotilului; şi în acest fel ele au o mai mare posibilitate de a evita să fie distruse de animale. Din cauze necunoscute, substanţa nutritivă este uneori păstrată în hipocotil sau în radiculă şi apoi unul din cotiledoane sau ambele devin rudimentare, pentru care fapt au fost prezentate mai multe exemple. Este probabil ca modul extraordinar de germinare la *Megarrhiza californica*, *Ipomoea leptophylla* şi *pandurata* şi la *Quercus virens* să fie în legătură cu îngroparea rădăcinilor tuberculiforme, care la o vîrstă timpurie sînt prevăzute cu substanţe nutritive, întrucît peţiolurile cotiledoanelor sînt cele care ies primele din seminţe şi atunci ele de-abia au la vîrf o radiculă şi un hipocotil foarte mici. Aceste peţioluri se curbează în jos geotropic ca o rădăcină şi pătrund în pămînt, aşa încît rădăcina adevărată care ulterior se măreşte considerabil este îngropată la o mică adîncime în pămînt. Gradaţiile structurale sînt întotdeauna interesante şi Asa Gray ne informează că la *Ipomoea jalapa*, care de asemenea formează tubercule enorme, hipocotilul este încă de o lungime considerabilă, iar peţiolurile cotiledoanelor sînt numai moderat alungite. Însă, în afară de avantajul dobîndit prin ascunderea substanţei nutritive în interiorul tuberculilor, plumula este ferită, cel puţin la *Megarrhiza*, de gerul iernii prin faptul că este îngropată.

După cum s-a descris recent de către De Vries, la multe plantule dicotiledonate contracţia parenchimului părţii superioare a radicelei trage hipocotilul în jos în pămînt (după cum se spune), aşa încît uneori chiar şi cotiledoanele sînt îngropate. Însuşi hipocotilul la unele specii se contractă în acest fel. Se crede că acest proces de îngropare serveşte pentru a feri plantulele de gerul iernii.

Plantula pe care ne-o imaginăm este acum matură ca plantulă, deoarece hipocotilul ei este drept și cotiledoanele ei sînt pe deplin desfăcute. În această stare, partea superioară a hipocotilului și cotiledoanele continuă cîtva timp să circumnuteze, în general într-o măsură mare față de dimensiunea părților și în mod rapid. Plantulele nu profită însă de această capacitate de mișcare decît atunci cînd ea este modificată mai ales prin acțiunea luminii și a forței de gravitație; întrucît ele sînt astfel capabile să se miște mai rapid și într-o mai mare măsură decît pot face majoritatea plantelor mature. Plantulele sînt supuse unei lupte aspre pentru existență și se pare că este foarte important pentru ele ca să se adapteze cît mai repede și mai perfect posibil la condițiile lor. De aici decurge de asemenea că ele sînt extrem de sensibile la lumină și la forța de gravitație. Cotiledoanele cîtorva specii sînt sensibile la atingere; este probabil însă că aceasta este numai un rezultat indirect al felurilor de sensibilități menționate mai sus, întrucît nu există nici un motiv de a crede că ele profită mișcîndu-se atunci cînd sînt atinse.

Plantula noastră emite acum în sus o tulpină purtînd frunze și adesea și ramuri, care atunci cînd sînt tinere circumnutează toate în mod continuu. Dacă privim, de exemplu, un salcîm mare, putem fi siguri că fiecare din nenumăratii lăstari în creștere descrie în mod constant mici elipse; cum face și fiecare pețiol, principal sau secundar și fiecare foliolă. Aceasta din urmă precum și frunzele obișnuite se mișcă în general în sus și în jos în aproape același plan vertical, așa încît ele descriu elipse foarte înguste. Pedunculii florali de asemenea circumnutează încontinuu. Dacă am putea privi sub pămînt și dacă ochii noștri ar avea puterea unui microscop, am vedea vîrful fiecărei rădăcinuțe încercînd să execute mici elipse sau cercuri, în măsura în care o permite presiunea pămîntului înconjurător. Totalul acestei surprinzătoare mișcări a continuat an de an de cînd arborele a ieșit ca plantulă pentru prima dată din pămînt.

Uneori tulpinile se dezvoltă ca lungi lăstari sau stoloni. Aceștia circumnutează în mod bătător la ochi și sînt astfel ajutați să treacă printre și peste obstacolele înconjurătoare. Este totuși îndoielnic dacă această mișcare de circumnutație a fost intensificată în acest scop special.

Trebuie să examinăm circumnutația într-o formă modificată drept sursa diferitelor mari categorii de mișcare. Modificarea poate fi determinată de cauze înnăscute sau de factori externi. În prima categorie avem frunzele care, atunci cînd se desfac pentru prima dată, iau o poziție verticală și se apleacă treptat în jos pe măsură ce îmbătrînesc. Vedem pedunculi florali aplecîndu-se în jos după ce floarea s-a veștejit, iar alții ridicîndu-se în sus; sau, de asemenea, tulpini cu vîrfurile aplecate mai întîi în jos, așa încît să formeze un cîrlig, iar ulterior îndreptîndu-se; și multe alte asemenea cazuri. Aceste schimbări de poziție, care sînt datorate epinastiei sau hiponastiei au loc la anumite perioade din viața plantei și sînt independente de orice factor extern. Ele sînt efectuate nu de o mișcare continuă ascendentă sau descendentă, ci printr-o succesiune de mici elipse sau linii în zigzag, — adică de o mișcare de circumnutație care este preponderentă într-o anumită direcție.

De asemenea, atunci cînd sînt tinere, plantele cățărătoare circumnutează în modul obișnuit, însă de îndată ce tulpina a crescut pînă la o anumită înălțime, care diferă la diverse specii, ea se lungește rapid și acum amplitudinea mișcării de circumnutație este extraordinar de mărită, evident pentru ca tulpina să apuce un suport. Tulpina de asemenea circumnutează oarecum mai uniform în toate părțile decît în cazul plantelor necățărătoare. Acesta este vădit cazul la acei cîrcei

care constau din frunze modificate și acestea execută cercuri largi, pe cînd frunzele obișnuite circumnutează de obicei în aproape același plan vertical. Mișcarea de circumnutație a pedunculilor florali cînd se transformă în cîrcei se mărește în același mod considerabil.

Ajungem acum la a doua grupă de mișcări de circumnutație, cele modificate prin factori externi. Mișcările așa-zise de somn sau nictitrope ale frunzelor sînt determinate de alternările zilnice de lumină și întuneric. Nu întunericul este acela care le provoacă mișcarea, ci diferența dintre cantitatea de lumină care o primește în timpul zilei și în timpul nopții ; întrucît la unele specii, dacă frunzele nu au fost puternic luminate în timpul zilei, ele nu dorm noaptea. Ele moștenesc, totuși, o oarecare tendință de a se mișca la perioadele potrivite, independent de orice modificare a cantității de lumină. În unele cazuri, mișcările sînt extraordinar de complicate, însă deoarece un rezumat complet a fost dat în capitolul consacrat acestui subiect, aici nu vom mai spune decît puțin asupra lui. Frunzele și cotiledoanele își iau poziția nocturnă prin două mijloace, cu ajutorul pulvinelor și fără asemenea ajutor. În primul caz mișcarea continuă atîta timp cît frunza sau cotiledonul rămîne complet sănătoasă ; pe cînd în cel din urmă caz, mișcarea continuă numai atăta timp cît acea parte este în creștere. Cotiledoanele par să doarmă la un număr de specii proporțional mai mare decît frunzele. La unele specii frunzele dorm, însă nu și cotiledoanele ; la altele cotiledoanele dorm, însă nu și frunzele ; sau ambele pot dormi și totuși noaptea iau poziții cu totul diferite.

Deși mișcările nictitrope ale frunzelor și cotiledoanelor sînt uimitor de variate și uneori se deosebesc mult la specii de același gen, totuși limbul este așezat noaptea întotdeauna în așa poziție, încît suprafața sa superioară să fie expusă cît mai puțin posibil la radiație deplină. Nu ne putem îndoi că acesta este scopul obținut prin aceste mișcări ; și s-a dovedit că frunzele expuse la lumina zilei, cu limburile obligate să rămînă orizontale, au suferit de frig mult mai mult decît altele care au fost lăsate să-și ia poziția lor verticală firească. S-au dat cîteva fapte curioase în legătură cu acest subiect, arătînd că noaptea frunzele întinse orizontal au suferit mai mult, atunci cînd aerul, care nu este răcit de radiație, era împiedicat să circule liber pe sub suprafețele lor inferioare ; și tot așa era atunci cînd frunzele au fost lăsate să adoarmă pe ramuri care fuseseră imobilizate. La unele specii pețiolurile se ridică noaptea considerabil în sus, iar foliolele penate se închid. Întreaga plantă devine astfel mai compactă și o suprafață mult mai mică este expusă radiației.

Credem că s-a arătat clar că diferitele mișcări nictitrope ale frunzelor rezultă din circumnutație modificată. În cazurile cele mai simple, o frunză descrie în 24 de ore o singură elipsă mare, iar mișcarea se produce astfel încît limbul să stea vertical în timpul nopții, iar dimineața următoare să-și reia poziția anterioară. Mersul urmat se deosebește de circumnutația obișnuită numai prin amplitudinea sa mai mare și prin rapiditatea mai mare seara și de timpuriu în dimineața următoare. În afară de cazul cînd se admite că această mișcare este una de circumnutație (asemenea frunze nu circumnutează), ceea ce constituie o anomalie monstruoasă. Într-alte cazuri, frunzele și cotiledoanele descriu mai multe elipse verticale în timpul celor 24 de ore, iar seara amplitudinea uneia din ele este considerabil sporită, pînă ce limbul stă vertical, fie în sus, fie în jos. În această poziție el continuă să circumnuteze pînă în dimineața următoare, cînd își reia poziția anterioară. Atunci cînd o pulvină este prezentă, aceste mișcări sînt adesea complicate de rotirea frunzei sau a foliolei ; și asemenea rotire pe scară redusă are loc în timpul circum-

nutației obținute. Numeroasele diagrame arătînd mișcările frunzelor și cotiledoanelor care dorm și care nu dorm ar trebui comparate între ele și se va vedea că ele sînt de fapt la fel. Circumnutația obișnuită este transformată într-o mișcare nictitropă, mai întîi printr-o sporire în amplitudinea sa, însă nu într-un grad atît de mare ca în cazul plantelor cățărătoare, și în al doilea rînd prin faptul că devin periodice în raport cu alternanțele de zi și noapte. Adesea există însă o urmă distinctă de periodicitate în mișcările de circumnutație la plantele și cotiledoanele care nu dorm. Faptul că mișcările nictitrope se întîlnesc la specii răspîndite în multe familii în întreaga serie a plantelor vasculare, este de înțeles, dacă se admite că ele rezultă din modificarea mișcării de circumnutație universal prezentă; altfel faptul este inexplicabil.

În capitolul al VII-lea am dat cazul unei *Porlieria*, ale cărei foliole au rămas închise toată ziua, ca și cînd ar dormi, atunci cînd planta este ținută uscată, cu scopul, se pare, de a opri evaporarea. Ceva asemănător se întîlnește la anumite graminee. La sfîrșitul acestui capitol s-au adăugat cîteva observații despre ceea ce se poate numi embriologia frunzelor. Frunzele produse de lăstari tineri de pe plante tăiate de *Melilotus taurica* au dormit ca și cele de *Trifolium*, pe cînd frunzele de pe ramurile mai bătrîne ale aceleași plante au dormit într-un mod foarte diferit, specific genului; și din motivele arătate, sîntem tentați să considerăm acest caz ca unul de reversiune spre un obicei nictitrop anterior. Tot așa și la *Desmodium gyrans*, absența micilor foliole laterale la plantele foarte tinere ne face să bănuim că strămoșul cel mai apropiat al acestei specii nu poseda foliole laterale și că aspectul lor într-o stare aproape rudimentară la o vîrstă puțin mai înaintată este rezultatul reversiunii la un predecesor trifoliat. Ori cum ar fi, mișcările rapide de circumnutație sau giratorii ale micilor foliole laterale par să fie datorate în prim rînd pulvinei sau organului de mișcare care nu a fost pe departe atît de redus ca limbul, în decursul modificărilor succesive prin care a trecut specia.

Ajungem acum la categoria foarte importantă a mișcărilor datorate luminii laterale. Atunci cînd tulpini, frunze sau alte organe sînt așezate astfel încît una din părți să fie mai puternic luminată decît cealaltă, ele se apleacă spre lumină. Această mișcare heliotropă rezultă evident din modificarea circumnutației obișnuite; și se putea urmări fiecare gradație dintre cele două mișcări. Atunci cînd lumina era slabă și numai puțin mai puternică de o parte decît de cealaltă, mișcarea consta dintr-o succesiune de elipse îndreptate spre lumină, fiecare din ele apropiindu-se mai mult de sursa ei, decît cea precedentă. Atunci cînd diferența de lumină dintre cele două părți era puțin mai mare, elipsele se lungeau într-o linie în zigzag puternic pronunțată, și cînd diferența era mult mai mare, linia devenea rectilinie. Avem motive să credem că modificările în turgescența celulelor sînt cauza imediată a mișcării de circumnutație; și se pare că atunci cînd o plantă este inegal luminată de cele două părți, turgescența în modificare permanentă sporește de-a lungul uneia din părți și este slăbită sau complet oprită de-a lungul celorlalte părți. Turgescența sporită este de obicei urmată de creștere sporită, așa încît o plantă care s-a aplecat spre lumină în timpul zilei se va fixa în această poziție dacă apogeotropismul nu ar acționa în timpul nopții. Însă părțile prevăzute cu pulvine se apleacă spre lumină, după cum a arătat Pfeffer; și aici creșterea nu intră în joc după cum nu intră nici în mișcările de circumnutație ale pulvinelor.

Heliotropismul este foarte răspîndit prin tot regnul vegetal, însă ori de cîte ori, din modurile de viață modificate, ale vreunei plante, asemenea mișcări devin

vătămătoare sau inutile, această tendință este ușor eliminată, după cum vedem la plantele cățărătoare și insectivore.

Mișcările apheliotrope sînt relativ rare într-un grad bine pronunțat, cu excepția rădăcinilor aeriene. În cele două cazuri cercetate de noi, mișcarea consta cu siguranță din circumnutație modificată.

Poziția pe care frunzele și cotiledoanele o ocupă în timpul zilei, și anume mai mult sau mai puțin transversal față de direcția luminii, se datorește, după Frank, la ceea ce noi numim diaheliotropism. Întrucît toate frunzele și cotiledoanele circumnutează încontinuu, nu poate încăpea aproape nici o îndoială că diaheliotropismul rezultă din circumnutație modificată. Din faptul că seara frunzele și cotiledoanele se ridică frecvent puțin, apare ca și cînd diaheliotropismul a trebuit să învingă în mijlocul zilei o tendință foarte răspîndită către apogeotropism.

În sfîrșit, se știe că foliolele și cotiledoanele unor plante sînt vătămate de prea multă lumină și atunci cînd soarele le luminează puternic, ele se mișcă în sus sau în jos sau se răsucesc lateral, așa încît să-și îndrepte marginile spre lumină și astfel să evite de a fi vătămate. Aceste mișcări paraheliotrope constau cu siguranță într-un caz de circumnutație modificată; și așa este probabil și în toate cazurile, deoarece frunzele tuturor speciilor descrise circumnutează în mod bătător la ochi. Pînă acum această mișcare a fost observată numai la foliole prevăzute cu pulvine, la care turgescența sporită a părților opuse nu este urmată de creștere; și putem înțelege de ce trebuie să fie așa, întrucît mișcarea nu este necesitată decît pentru un scop temporar. Ar fi evident dezavantajos pentru frunză ca prin creștere să fie fixată în poziția ei înclinată. Deoarece ea trebuie să-și reia poziția ei anterioară orizontală, cît mai repede, după ce soarele a încetat să o lumineze prea puternic.

Extrema sensibilitate la lumină a anumitor plantule este, după cum s-a arătat în capitolul al IX-lea, foarte remarcabilă. Cotiledoanele de *Phalaris* s-au aplecat spre o lampă îndepărtată, care emitea atît de puțină lumină, încît un creion ținut vertical foarte aproape de plante nu a proiectat vreo umbră pe care ochiul o putea percepe pe un carton alb. Aceste cotiledoane erau, de aceea, influențate de o diferență în cantitatea de lumină de cele două părți ale lor, pe care ochiul nu o putea distinge. Gradul curbării lor, într-un timp dat, spre o lumină laterală nu a corespuns de loc cantității de lumină pe care au primit-o; lumina nefiind în nici un moment în exces. Ele au continuat încă aproape o jumătate de oră să se aplece spre o lumină laterală, după ce aceasta fusese stinsă. Ele se apleacă cu o precizie remarcabilă spre lumină și aceasta depinde de luminatul unei întregi părți sau de întunecarea întregei părți opuse. Diferența în cantitatea de lumină pe care plantele o primesc la un moment oarecare, în opoziție cu cea pe care au primit-o scurt timp înainte, pare să fie în toate cazurile cauza principală care a provocat aceste mișcări, care sînt influențate de lumină. Astfel, plantulele scoase de la întuneric se apleacă spre o lumină laterală slabă, mai curînd decît altele care fuseseră expuse anterior la lumina zilei. Am văzut mai multe cazuri analoge la mișcările nictitrope ale frunzelor. Un exemplu remarcabil a fost observat în cazul mișcărilor periodice la cotiledoanele de *Cassia*; un ghiveci a fost pus dimineața în partea întunecată a unei camere și toate cotiledoanele s-au ridicat închise; un alt ghiveci stătuse la soare și cotiledoanele au rămas, desigur, desfăcute; ambele ghivece au fost așezate acum unul lîngă altul în mijlocul camerei și cotiledoanele care fuseseră expuse la soare au început imediat să se închidă, pe cînd celelalte

s-au deschis; așa încît cotiledoanele din cele două ghivece s-au mișcat în direcții exact opuse în timp ce erau expuse la același grad de lumină.

Am constatat că dacă plantule ținute într-un loc întunecos erau luminate lateral de o mică lumînare de ceară numai timp de două sau trei minute, la intervale de circa trei sferturi de oră, toate se aplecau spre punctul unde fusese ținută lumînarea. Am fost foarte surprinși de acest fapt și, pînă ce am citit observațiile lui Wiesner, l-am atribuit efectelor ulterioare ale luminii; el a arătat însă că același grad de curbare poate fi produs la o plantă în decursul unei ore de mai multe iluminări întrerupte, cu o durată totală de 20 min, ca și de un luminat continuu de 60 de minute. Credem că acest caz, ca și cazul nostru, poate fi explicat prin faptul că excitarea de către lumină este datorată nu atît cantității reale [de lumină], cît diferenței față de cantitatea primită anterior; și în cazul nostru au existat alternări repetate de la întuneric complet la lumină. În această privință ca și în diferitele privințe specificate mai sus, lumina pare să acționeze asupra țesuturilor plantelor aproape în același fel ca și asupra sistemului nervos al animalelor.

Există o analogie mult mai izbitoare de același fel în faptul că sensibilitatea la lumină este localizată în vîrfurile cotiledoanelor la *Phalaris* și *Avena* și din partea superioară a hipocotilelor la *Brassica* și *Beta* și în transmiterea unei oarecare influențe de la aceste părți superioare la cele inferioare, făcînd ca acestea din urmă să se aplece înspre lumină. Această influență este de asemenea transmisă sub pămînt pînă la o adîncime unde lumina nu poate pătrunde. Din această localizare decurge că părțile inferioare ale cotiledoanelor la *Phalaris* etc., care în mod normal se apleacă mai mult spre o lumină laterală decît părțile superioare, pot fi puternic luminate timp de multe ore și nu se apleacă cîtuși de puțin, dacă lumina este complet exclusă la vîrf. O experiență interesantă este de a așeza scufii pe vîrfurile cotiledoanelor de *Phalaris* și de a lăsa foarte puțină lumină să intre prin orificiile foarte mici de pe una din părțile scufiilor, deoarece atunci partea inferioară a cotiledoanelor se va apleca de această parte și nu de partea care a fost puternic luminată tot timpul. În cazul radiculelor la *Sinapis alba*, sensibilitatea față de lumină rezidă în vîrf, care, atunci cînd este luminat lateral, face ca partea învecinată a rădăcinii să se aplece apheliotropic.

Forța gravitațională determină plantele să se aplece înspre centrul pămîntului sau în sens opus, ori să se așeze într-o poziție oblică față de el. Deși este imposibil să se modifice în mod direct atracția gravitațională, totuși influența ei poate fi indirect modificată în diferitele moduri descrise în capitolul al X-lea; și, în asemenea condiții, dovezi de aceeași natură ca cele prezentate în capitolul despre heliotropism au arătat în modul cel mai clar că mișcările apogeotrope și geotrope și probabil și diageotrope sînt toate forme modificate de circumnutație.

Diferite părți ale aceleiași plante și de specii diferite sînt influențate de gravitație în grade și moduri cu totul diferite. Unele plante și organe nu prezintă aproape nici o urmă a acțiunii sale. Plantulele tinere care, după cum știm, circumnutează rapid, sînt deosebit de sensibile; și am văzut hipocotilul de *Beta* curbîndu-se cu 109° în sus în 3 ore și 8 min. Efectele ulterioare ale apogeotropismului durează mai mult de jumătate de oră, iar hipocotilele așezate orizontal sînt uneori duse astfel, temporar, dincolo de poziția verticală. Foloasele dobîndite prin geotropism, apogeotropism și diageotropism sînt îndeobște atît de evidente, încît nu mai au nevoie de a fi precizate. Epinastia face ca pedunculii florali de *Oxalis* să se aplece în jos, așa încît caliciul să apere de ploaie capsulele în curs de coacere. Ulterior, apogeotropismul în combinație cu hiponastia îi face să se ridice în sus, așa încît

în acest fel să poată să-și împrăștie semințele pe un spațiu mai mare. Capsulele și capitulele unor plante se apleacă în jos prin geotropism și apoi se îngroapă în pămînt pentru protejarea și maturizarea înceată a semințelor. Acest proces de îngropare este mult ușurat de mișcarea de legănare datorată circumnutației.

În cazul radiculelor mai multor și probabil ale tuturor plantulelor sensibilitatea față de gravitație este limitată la vîrf, care transmite o influență la partea superioară învecinată, făcînd-o să se aplece spre centrul pămîntului. Că există o transmitere de acest fel s-a dovedit în mod interesant atunci cînd radiculele de bob întinse orizontal au fost expuse timp de o oră sau $1^1/_2$ ore la atracția gravitațională și apoi vîrfurile le-au fost amputate. În acest timp nu s-a arătat nici urmă de curbare și acum radiculele au fost îndreptate vertical în jos; o influență fusese însă transmisă de la vîrf părții învecinate, deoarece aceasta s-a aplecat curînd într-o parte, la fel cum s-ar fi întîmplat dacă radicula ar fi rămas orizontală și geotropismul ar mai fi acționat asupra ei. Radiculele astfel tratate au continuat să crească orizontal timp de două sau trei zile, pînă ce s-a format un nou vîrf, și atunci geotropismul a acționat asupra acestuia, iar radicula s-a aplecat vertical în jos.

S-a arătat mai sus că importantele categorii de mișcare iau toate naștere din circumnutație modificată, care este omniprezentă atît timp cît durează creșterea și după ce creșterea a încetat, ori de cîte ori pulvinele sînt prezente. Aceste categorii de mișcare constau din cele datorate epinastiei și hiponastiei, — cele specifice plantelor cățărătoare, numite de obicei nutații revolutive — mișcările nictitrope sau de somn ale frunzelor și cotiledoanelor — și cele două categorii imense de mișcare determinate de lumină și gravitație. Atunci cînd vorbim de circumnutație modificată, înțelegem că nu lumina sau alternările de lumină și întuneric, gravitația, apăsarea ușoară sau alți excitanți și cu siguranță anumite stări înnăscute sau constituționale ale plantei provoacă direct mișcarea; ele duc la sporirea sau diminuarea temporară a acelor modificări spontane în turgescența celulelor, care sînt deja în curs. Nu se știe în ce mod lumina, gravitația etc., acționează asupra celulelor, și aici vom observa numai că dacă vreun stimul influențează celulele în așa fel încît să provoace o ușoară tendință în partea influențată de a se apleca în mod util, această tendință ar putea ușor fi sporită prin menținerea indivizilor mai sensibili. Dacă asemenea aplecare ar fi însă vătămătoare, tendința ar fi eliminată, în afară numai de cazul cînd ar fi excesiv de puternică, deoarece știm cît de obișnuit variază toate caracterele în toate organismele. Și nici nu vedem vreun motiv să ne îndoim că după completa diminuare a tendinței de a se apleca într-o anume direcție sub influența unui anumit stimul, capacitatea de a se apleca într-o direcție complet opusă nu ar putea fi treptat dobîndită prin selecție naturală [2].

Deși atît de multe mișcări au luat naștere prin circumnutație modificată, există altele care par să fi avut o origine complet independentă; ele nu formează însă asemenea clase mari și importante. Atunci cînd o frunză de *Mimosa* este atinsă, ea preia brusc aceeași poziție ca și cînd doarme, însă Brücke a arătat că această mișcare rezultă dintr-o stare de turgescență a celulelor diferită de cea care are loc în timpul somnului; și deoarece mișcările de somn sînt cu siguranță datorate circumnutației modificate, cele provocate de o atingere cu greu pot fi astfel explicate. Fața inferioară a unei frunze de *Drosera rotundifolia* a fost fixată

[2] Vezi observațiile în lucrarea lui Frank, *Die waagerechte Richtung von Pflanzentheilen* (1870, p. 90, 91 etc.), despre selecția naturală în legătură cu geotropismul, heliotropismul etc.

de vîrful unui beţişor înfipt în pămînt, aşa încît nu se putea mişca de loc, şi un tentacul a fost observat la microscop timp de multe ore; el nu a prezentat însă nici o mişcare de circumnutaţie, totuşi, după ce a fost atins pentru o clipă cu o bucăţică de carne crudă, partea sa bazală a început să se aplece în 23 de secunde. Această mişcare de curbare de aceea nu a putut rezulta din circumnutaţie modificată. Însă cînd un obiect mic, ca o bucăţică de păr rigid, a fost pus pe o parte a vîrfului unei radicule, care ştim că circumnutează încontinuu, curbarea provocată era atît de similară mişcării cauzate de geotropism, încît nu ne putem îndoi că este datorată circumnutaţiei modificate. O floare de *Mahonia* a fost fixată de un beţişor şi staminele nu au prezentat la microscop nici un semn de circumnutaţie, totuşi, atunci cînd au fost atinse uşor, ele s-au mişcat brusc spre pistil. În sfîrşit, încovoierea extremităţii unui cîrcel atunci cînd este atins pare să fie independentă de mişcarea sa de rotire sau de circumnutaţie. Aceasta se vede cel mai bine din faptul că partea care este cea mai sensibilă la atingere circumnutează mult mai puţin decît părţile inferioare sau, după cît se pare, nu circumnutează de loc[3].

Deşi în toate aceste cazuri nu avem nici un motiv să credem că mişcarea depinde de circumnutaţia modificată, ca la diferitele clase de mişcare descrise în acest volum, totuşi deosebirea dintre cele două grupe de cazuri poate să nu fie atît de mare după cît pare la început. Într-una din grupe, un excitant determină o creştere sau o diminuare a turgescenţei celulelor, care sînt de acum într-o stare de modificare; pe cînd în cealaltă grupă, excitantul provoacă mai întîi o modificare similară în starea lor de turgescenţă. Nu ştim de ce o atingere, o uşoară apăsare sau oricare alt excitant, ca electricitatea, căldura sau absorbirea unei substanţe animale să modifice turgescenţa celulelor influenţate în aşa fel încît să provoace mişcare. O atingere acţionează însă în acest fel atît de des şi pe plante atît de deosebite între ele, încît această tendinţă pare să fie foarte generală; şi dacă este utilă, ea poate spori într-o măsură oricît de mare. În alte cazuri, o atingere produce un efect foarte diferit, ca la *Nitella*, la care protoplasma poate fi văzută retrăgîndu-se de pe pereţii celulei; la *Lactuca*, care secretă un lichid lăptos, şi la cîrceii anumitor *Vitaceae*, *Cucurbitaceae* şi *Bignoniaceae*, la care o apăsare uşoară provoacă o excrescenţă celulară.

În sfîrşit, este imposibil să nu fi izbit asemănarea dintre mişcările de mai sus ale plantelor şi multe dintre acţiunile executate inconştient de către animalele inferioare[4]. La plante un excitant uimitor de mic este suficient; şi chiar printre plantele înrudite, una poate fi foarte sensibilă la cea mai uşoară apăsare continuată, iar alta foarte sensibilă la o uşoară atingere trecătoare. Obiceiul de a se mişca la anumite perioade este moştenit atît de plante, cît şi de animale; şi s-au precizat şi alte puncte de asemănare. Cea mai izbitoare asemănare este însă localizarea sensibilităţii lor şi transmiterea unei influenţe de la partea excitată la o alta care, în consecinţă, se mişcă. Totuşi, desigur că plantele nu posedă nervi sau un sistem nervos central şi putem deduce că la animale asemenea structuri nu servesc decît pentru transmiterea mai perfectă a impresiilor şi pentru intercomunicaţia mai completă între diferitele părţi.

Sîntem de părere că la plante nu există nici o structură mai minunată, în ceea ce priveşte funcţiunile sale, decît vîrful radiculei. Dacă vîrful este apăsat

[3] Pentru dovezi asupra acestui subiect, vezi *Movements and Habits of Climbing Plants*, 1875, p. 173 şi 174.

[4] Sachs se exprimă aproape în acelaşi sens: „Dass sich die lebende Pflanzensubstanz derart innerlich differenziert, dass einzelne Teile mit specifischen Energien ausgerüstet sind, ähnlich wie die verschiedenen Sinnesnerven der Tiere" („Arb. des bot. Inst. Würzburg", 1879, vol. II, p. 282).

uşor sau ars ori tăiat, el transmite o influenţă părţii superioare învecinate, făcînd-o să se aplece către partea opusă; şi, ceea ce este şi mai surprinzător, vîrful poate distinge între un obiect puţin mai tare sau mai moale, de care este apăsat simultan de părţile opuse. Totuşi, dacă radicula este apăsată de un obiect similar puţin deasupra vîrfului, partea apăsată nu transmite nici o influenţă părţilor mai îndepărtate, ci se apleacă brusc înspre obiect. Dacă vîrful percepe că aerul este mai umed de o parte decît de cealaltă, el transmite de asemenea o influenţă părţii superioare învecinate, care se apleacă spre sursa de umiditate. Atunci cînd vîrful este excitat de lumină (deşi la radicule aceasta nu s-a stabilit decît într-un singur caz), partea învecinată se apleacă în sens opus luminii; însă cînd este excitată de gravitaţie, aceeaşi parte se apleacă spre centrul de gravitaţie. În aproape fiecare caz putem percepe clar scopul final sau avantajul diferitelor mişcări. Două sau poate mai multe cauze de excitare acţionează adesea simultan asupra vîrfului şi una învinge pe cealaltă fără îndoială după importanţa sa pentru viaţa plantei. Mersul urmat de radiculă în pătrunderea în pămînt trebuie să fie determinat de vîrf; el a dobîndit deci asemenea diferite feluri de sensibilitate. Nu este exagerat de a spune că vîrful radiculei astfel dotat şi avînd capacitatea de a îndruma mişcările părţilor învecinate acţionează ca şi creierul unui animal inferior; creierul fiind situat în interiorul capătului anterior al corpului, primind impresii de la organele de simţ şi dirijînd diferitele mişcări.

INDEX

A

Abies communis, efectul uciderii sau vătămării lăstarului conducător, 215;
— *pectinata*, efectul uciderii sau vătămării lăstarului conducător, 215;
— influențat de *Aecidium elatinum*, 216.

Abronia umbellata, singurul său cotiledon dezvoltat, 157;
— cotiledon rudimentar 164;
— ruptura învelișului semințelor 171.

Abutilon darwinii, somnul frunzelor însă nu al cotiledoanelor, 289;
— mișcarea nocturnă a frunzelor 292.

Acacia farnesiana, starea plantei treză și dormind, 330, 331;
— aspectul nocturn, 337;
— mișcările nictitrope ale foliolelor penate, 347;
— axele elipselor, 343;
— *lophantha*, caracterul primei frunze 348.

Acacio retinoides, circumnutația filodelor tinere, 244.

Acanthosicyos horrida, mișcarea nocturnă a cotiledonului, 286.

Acanthus candelabrum, inegalitatea primelor două frunze, 158;
— pețiolurile neaplecate, 425;
— *Ratifolius*, variabilitatea la primele frunze, 158;
— *mollis*, plantulă, modul de a ieși din pământ, 157, 158;
— circumnutația frunzei tinere, 252, 266;
— *spinosus*, 158;
— mișcarea frunzelor, 252.

Adenanthera pavonia, mișcările nictitrope ale foliolelor, 327.

Aecidium elatium, efectul asupra ramurilor laterale de pin argintiu, 217.

Aesculus hippocastanum, mișcările radicelei, 127, 128;
— sensibilitatea vîrfului radicelei, 208—209;

Agrișe, efectul radierii, 275.

Albizzia lophantha, mișcările nictitrope ale foliolelor, 331;
— ale foliolelor penate, 342.

Allium cepa, proeminențe conice pe cotiledon arcuit, 145;
— circumnutația jumătății bazale a cotiledonului arcuit, 146;
— modul de a ieși din pământ, 162;
— procesul de îndreptare, 169;
— *porrum*, mișcările tulpinilor florale, 238.

Alopecurus pratensis, încheieturile influențate de apogeotropism, 398.

Aloysia citriodora, circumnutația tulpinii, 229.

Amaranthus, somnul frunzelor, 333;
— *caudatus*, mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 287.

Amorpha fruticosa, somnul foliolelor, 315.

Ampelopsis tricuspidata, mișcarea hiponastică a vîrfurilor în formă de cîrlig, 267—270.

Amphicarpaea monoica, circumnutația și mișcările nictitrope ale frunzelor, 321;
— efectul luminii soarelui asupra foliolelor, 367;
— mișcările geotrope la, 406.

Anoda wrightii, somnul cotiledoanelor, 285, 290;
— ale frunzelor, 298;
— mișcarea în jos a cotiledoanelor, 366.

Apheliotropism, sau heliotropism negativ, 114, 352, 360.

Apios graveolens, mișcările heliotrope ale hipocotilului, 352—355;
— *tuberosa*, aplecarea verticală a foliolelor noaptea, 323.

Apium graveolens, somnul cotiledoanelor, 286;
— *petroselinum*, somnul cotiledoanelor, 286.

Apogeotrope, mișcările efectuate de articulații sau pulvine, 402.

Apogeotropism, 114, 391;
— întîrziat de către heliotropism, 396;
— observații finale despre, 399.

Arachis hypogaea, circumnutația ginoforului, 238;
— efectele radierii asupra frunzelor, 281, 277;
— mișcările frunzelor, 317;
— viteza mișcării, 343;
— circumnutația ginoforilor tineri atîrnînd vertical, 406;
— mișcarea în jos a acestora, 406.
Arcuirea diferitelor organe, importanța ei pentru plantule, 161, 162;
— ieșirea hipocotilelor sau a epicotilelor în formă de arc, 425.
Asparagus officinalis, circumnutația plumulelor, 146—147;
— efectul luminii laterale, 386.
Asplenium trichomanes, mișcarea la frondele fructifere, 258.
Astragalus uliginosus, mișcarea foliolelor, 316.
Avena sativa, mișcările cotiledoanelor, 149;
— sensibilitatea vîrfului radiculei la aer umed, 214;
— mișcarea heliotropă și circumnutația cotiledonului, 353;
— sensibilitatea cotiledonului la lumină laterală, 383;
— cotiledoane tinere, coleoptile puternic apogeotrope, 395;
— mișcările cotiledoanelor ceva mai bătrîne, 395, 396.
Averrhoa bilimbi, frunză dormind, 301;
— mișcări unghiulare cînd adoarme, 302—304;
— foliole expuse la lumină solară puternică, 367—368.
Azalea indica, circumnutația tulpinii, 228.

B

Bary, de, pe efectul lui *Aecidium* asupra pinului argintiu, 217.
Batalin, prof., despre mișcările nictitrope ale frunzelor, 272;
— despre somnul frunzelor de *Sida napaea*, 297;
— despre *Polygonum aciculare*, 333;
— despre efectul luminii soarelui asupra foliolelor de *Oxalis acetosella*, 367.
Bauhinia, mișcările nictitrope, 326;
— mișcările pețiolurilor plantulelor tinere, 341;
— aspectul plantelor tinere noaptea, 342.
Beta vulgaris, circumnutația hipocotilelor plantulelor, 141;
— mișcările cotiledoanelor, 141, 142;
— efectul luminii, 184;
— mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 287
— mișcările heliotrope ale, 352;
— efectul transmis al luminii asupra hipocotilului, 385;
— mișcarea apogeotropă a hipocotilului, 393.
Bignonia capreolata, mișcarea apheliotropă a circeilor, 360, 370.
Bouché, despre *Melaleuca ericaefolia*, 332.
Brassica napus, circumnutația tulpinii florale, 238.
Brassica oleracea, circumnutația plantulei, 117;
— a radiculei, 117.
— mișcarea geotropă a radiculei, 117;
— mișcarea hipocotilului îngropat și arcuit, 119, 120;
— circumnutația unită a hipocotilului și cotiledoanelor, 120, 121, 122;
— a hipocotilului la întuneric, 122;
— a unui cotiledon cu hipocotilul fixat de un suport, 122, 123;
— viteza mișcării, 123;
— elipse descrise de hipocotil cînd este vertical, 171;
— mișcările cotiledoanelor, 176;
— ale tulpinii, 225;
— ale frunzelor noaptea, 241;
— somnul cotiledoanelor, 172;
— circumnutația hipocotilului plantulelor, 355;
— mișcarea heliotropă și circumnutația hipocotilelor, 355;
— efectul luminii laterale asupra hipocotilelor, 383—385;
— mișcarea apogeotropă a hipocotilelor, 395, 396.
Brassica rapa, mișcările frunzelor, 241.
Brogniart A., despre somnul speciei *Strephium floribundum*, 336.
Bruce, dr, despre somnul frunzelor de *Averrhoa*, 301.
Bryophyllum (vel *Calanchoe*) *calycinum*, mișcarea frunzelor, 246.

C

Camellia japonica, circumnutația frunzei, 241, 242.
Candolle A. de, despre *Trapa natans*, 165;
— despre sensibilitatea cotiledoanelor, 182.
Canna warscewiczii, circumnutația plumulelor, 144 145;
— a frunzei, 255.
Cannabis sativa, mișcările frunzelor, 253;
— mișcările nocturne ale cotiledoanelor, 287;
— aplecarea frunzelor tinere noaptea, 366.
Cassia, mișcarea nictitropă a frunzelor, 324.
Capsule de semințe, îngroparea lor, 403.
Cassia barclayana, mișcarea nocturnă a frunzelor, 325;
— mica mișcare a foliolelor, 341;
— *calliantha*, nevătămată de expunere noaptea, 278;
— mișcarea nictitropă a frunzelor, 324;
— mișcarea de circumnutație a frunzelor, 325;
— *corymbosa*, cotiledoanele sensibile la atingere, 182;

— mişcarea nictitropă a frunzelor, 324;
— *floribunda*, folosul mişcărilor de somn, 278;
— efectul radierii asupra frunzelor noaptea, 280;
— circumnutaţia şi mişcarea nictitropă a unei foliole laterale, 325, 326;
— mişcările frunzelor tinere şi mai bătrîne, 341;
— *florida*, cotiledoanele sensibile la atingere, 182;
— *glauca*, cotiledoanele sensibile la atingere, 182;
— somnul cotiledoanelor, 288;
— *laevigata*, efectul radierii asupra frunzelor, 278;
— *mimosoides*, mişcarea cotiledoanelor, 177;
— sensibilitatea lor, 182;
— somnul lor, 288;
— mişcarea nictitropă a frunzelor, 325;
— efectul razelor solare puternice asupra cotiledoanelor, 421;
— *neglecta*, mişcările ei, 177;
— efectul luminii, 181;
— sensibilitatea cotiledoanelor, 182;
— *nodosa*, cotiledoanele nesensibile, 182;
— nu se ridică noaptea, 288;
— *pubescens*, cotiledoanele nesensibile, 182;
— nevătămată de expunere noaptea, 280;
— somnul cotiledoanelor, 288;
— mişcarea nictitropă a frunzelor, 325;
— mişcarea de circumnutaţie a frunzelor, 325;
— mişcarea nictitropă a peţiolurilor, 341;
— diametrul plantei noaptea, 342;
— sp. (?) mişcarea cotiledoanelor, 177;
— *tora*, circumnutaţia cotiledoanelor şi a hipocotilelor, 130, 131, 173, 288;
— efectul luminii, 181, 182;
— sensibilitatea la atingere, 182;
— mişcarea heliotropă şi circumnutaţia hipocotilului, 359;
— hipocotilul plantulei puţin heliotrop, 371;
— mişcarea apogeotropă a hipocotilului bătrîn, 394;
— mişcarea hipocotilului unei plantule tinere, 401.

Caustică, substanţă (nitrat de argint), efectul asupra radiculei de bob, 197, 200;
— de mazăre comună, 202.

Căpşuni, stolonii de, circumnutează, însă nu sînt influenţaţi de lumină moderată, 371.

Celule, tabel de măsurătoare a lor, la pulvinele de *Oxalis corniculata*, 179;
— modificările lor, 373.

Centrosema, 321.

Ceratophyllum demersum, mişcarea tulpinii, 230.

Cereus landbeckii, cotiledoanele sale rudimentare, 166;
— *speciossinius*, circumnutaţia tulpinii, 228.

Cerinthe major, circumnutaţia hipocotilului, 139;
— a cotiledoanelor, 139;
— elipse de hipocotil cînd este vertical, 172;
— efectul întunericului 181.

Chatin, dl. despre *Pinus nordmanniana*, 335.

Chenopodium album, somnul frunzelor însă nu al cotiledoanelor, 291, 294;
— mişcarea frunzelor, 333.

Ciesieleski, despre sensibilitatea vîrfului radiculelor, 114, 409.

Circumnutaţie, înţelesul ei explicat,
— modificată, 263—272;
— şi heliotropism, raportul dintre ele, 361;
— de importanţă primordială pentru toate plantele, 421, 422.

Cissus discolor, circumnutaţia frunzei, 242.

Citrus aurantium, circumnutaţia hipocotilului, 127;
— cotiledoane inegale, 165.

Cleşti, de lemn, prin care s-a lăsat să crească o radiculă de bob, 155.

Clianthus dampieri, mişcarea nocturnă a frunzelor, 282.

Clinostat, un instrument conceput de Sachs pentru eliminarea geotropismului, 164.

Clorofila vătămată de lumină puternică, 367.

Cobaea scandens, circumnutaţia ei, 267.

Cohn, despre apa secretată de *Lathrea squamaria*, 161;
— despre mişcarea foliolelor de *Oxalis*, 367.

Colutea arborea, mişcarea nocturnă a foliolelor, 315.

Coniferae, circumnutaţia lor, 230.

Coronilla rosea, foliolele dormind, 316.

Corylus avellana, circumnutaţia lăstarului tînăr, emis din epicotil, 143;
— epicotil în formă de arc, 157.

Cotyledon umbilicus, circumnutaţia stolonilor, 234, 235.

Cotiledoane rudimentare, 165—167;
— circumnutaţia lor, 173—175;
— mişcările nocturne, 174, 175;
— pulvine sau articulaţii de, 174—180;
— mişcările periodice tulburate de lumină, 180, 181;
— sensibilitatea lor la atingere, 181, 182;
— mişcările lor nictitrope, 274, 281;
— lista cotiledoanelor care se ridică sau se apleacă noaptea, 283, 284;
— observaţiile finale asupra mişcărilor lor, 289;

Crambe maritima, circumnutaţia frunzelor, 240, 241.

Crinum capense, forma frunzelor, 255, 256;
— circumnutaţia lui, 256.

Crotolaria (sp.?), circumnutaţia ei, 307.

Criptogame, circumnutaţia lor, 258, 259.

Cucumis dudaim, mişcarea cotiledoanelor, 136, 137;
— somnul cotiledoanelor, 285.

Cucurbita aurantia, mişcarea hipocotilului, 136, 137;
— cotiledoanele verticale noaptea, 285;
— *ovifera*, mişcarea geotropă a radiculei, 133;

— circumnutația hipocotilului în formă de arc, 133;
— a hipocotilului drept și vertical, 134;
— mișcările cotiledoanelor, 134, 135;
— poziția radiculei, 163;
— ruperea învelișului semințelor, 169;
— circumnutația hipocotilului cînd este vertical, 172, 173;
— sensibilitatea vîrfului radiculei, 206—208;
— cotiledoanele verticale noaptea, 285;
— neinfluențate de apogeotropism, 401;
— vîrfurile cauterizate transversal, 416.
Curbarea radiculei, 219, 220.
Cycas pectinata, circumnutarea frunzei tinere cînd iese din pămînt, 144;
— prima frunză curbată, 157;
— circumnutația foliolelor terminale, 255.
Cyclamen persicum, mișcarea cotiledonului, 138;
— cotiledoane nedezvoltate, 157, 166;
— circumnutația pedunculului, 238;
— circumnutația frunzei, 251, 252;
— mișcarea apheliotropă în jos a unui pedunchi floral, 361—362;
— îngroparea capsulelor, 361.
Cyperus alternifolius, circumnutația tulpinii, 231;
— mișcarea tulpinii, 345.
Cytisus fragrans, circumnutația hipocotilului, 133;
— somnul frunzelor, 309, 339;
— mișcarea apogeotropă a tulpinii, 391—393.

D

Dahlia, circumnutația frunzelor tinere, 250—252.
Dalea alopecuroides, foliolele aplecate noaptea, 315.
Darlingtonia californica, frunzele sau cornetele sale sînt apheliotrope, 370.
Darwin Charles, despre *Maurandia semperflorens*, 238;
— despre napul suedez, 241;
— mișcările plantelor cățărătoare 265, 267;
— mișcarea heliotropă a circeilor de *Bignonia capreolata*, 360;
— rotirea plantelor cățărătoare, 258;
— despre încîrligarea unui circel, 433;
— Erasmus, despre pedunculii de ciclamene, 361;
— Francis, despre radicula de *Sinapis alba*, 387;
— despre semințe higroscopice, 389.
Datura stramonium, mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 282.
Delpino, despre cotiledoanele de *Chaerophyllum* și *Corydalis*, 166.
Delphinium nudicaule, modul de a ieși din pămînt, 158;
— pețiolurile unite a două cotiledoane, 425.
Desmodium gyrans, mișcarea foliolelor, 258;
— poziția frunzelor noaptea, 275;
— somnul frunzelor, nu al cotiledoanelor, 290;
— circumnutația și mișcarea nictitropă ale frunzelor, 318—319;
— mișcarea foliolelor laterale, 319, 320;
— săltatul foliolelor 341;
— mișcarea nictitropă a foliolelor, 342;
— diametrul plantei noaptea, 343;
— mișcarea laterală a frunzelor, 343;
— mișcarea în zigzag a vîrfului frunzei, 344;
— forma foliolei laterale, 348;
— *vespertilionis*, 324.
Deutzia gracilis, circumnutația tulpinii, 227.
Diageotropism, 114;
— sau geotropism oblic, 406.
Diaheliotropism, 114;
— sau heliotropismul oblic al lui Frank, 352;
— influențat de epinastie, 363;
— de greutate și apogeotropism, 364.
Dianthus caryophyllus, 241;
— circumnutația frunzei tinere, 241, 266.
Dicotiledonate, circumnutația larg răspîndită printre, 152.
Dionaea, mișcări oscilante la frunzele de, 260, 267.
Dionaea muscipida, circumnutația frunzei tinere în desfacere, 247;
— închiderea lobilor, și circumnutația frunzei deplin dezvoltată, 248;
— oscilațiile, la, 249—250.
Diurn, somnul, 352.
Drosera carpensis, structura primelor frunze formate, 348;
— *rotundifolia*, mișcarea frunzei tinere, 245, 247;
— a tentaculelor, 247;
— sensibilitatea tentaculelor, 260;
— forma frunzelor, 348;
— frunzele neheliotrope, 369;
— frunzele circumnutează larg, 371;
— sensibilitatea lor, 432.
Duchartre despre *Tephrosia caribaea*, 315;
— despre mișcarea nictitropă la *Carsia*, 324.
Duval-Jouve despre mișcările speciei *Bryophyllum calycinum*, 246;
— despre frunzele înguste ale gramineelor, 347.
Dyer, dl. Thiselton, despre frunzele de *Crotolaria*, 307;
— despre *Cassia floribunda*, 324;
— despre perii absorbanți de pe capitulele îngropate de *Trifolium subterraneum*, 405

E

Echeveria stolonifera, circumnutația frunzei de, 245.
Echinocactus viridescens, cotiledoanele sale rudimentare, 167.
Echinocystis lobata, mișcările circeilor, 265;
— apogeotropismul circeilor, 401.

Elfving F., despre rizomii la *Sparganium ramosum*, 217;
— despre mişcarea diageotropă la rizomii unor plante, 407.
Elymus arenareus, frunzele închise în timpul zilei la, 347.
Embriologia frunzelor, 348.
Engelmann, dr., despre *Quercus virens*, 161.
Epinastie, 114, 265.
Epicotil sau plumulă, 114;
— modul de a ieşi din pămînt, 150;
— iese din pămînt în formă de arc, 424.
Ereditatea la plante, 344, 390.
Erythrina caffra, somnul frunzelor, 323;
— *corallodendron*, mişcarea foliolei terminale, 323;
— *crista-galli*, efectul temperaturii asupra somnului frunzelor, 294;
— circumnutaţia şi mişcarea nictitropă a foliolelor terminale, 323.
Eucalyptus resinifera, circumnutaţia frunzelor, 250.
Euphorbia jacquinaeioflia, mişcarea nictitropă a frunzelor, 334.

F

Flahault, de, despre ruperea învelişului seminţelor, 169—170, 171.
Florale, tulpini, circumnutaţia lor, 237—239.
Fragaria rosacea, circumnutaţia stolonului, 232—234.
Frank, dr. A. B., termenii de heliotropism şi geotropism folosiţi mai întîi de el, 114;
— radiculele acţionate de geotropism, 153;
— despre stolonii de *Fragaria*, 232;
— mişcările periodice şi nictitrope ale frunzelor, 275;
— despre frunzele radiculare ale plantelor ţinute la întuneric, 365;
— despre pulvine, 366;
— despre selecţia naturală în legătură cu geotropismul, heliotropimsul etc., 387;
— despre heliotropismul oblic, 352.
Frunze, circumnutaţia lor, 238—261.
— dicotiledonate, 238—255;
— monocotiledonate, 255—258;
— nictitropismul la, 273;
— temperatura lor influenţată noapte de poziţia lor, 280;
— mişcarea nictitropă sau de somn, 291, 338;
— periodicitatea mişcărilor lor ereditare, 344;
— embriologia lor, 345;
— aşa-numitul somn diurn, 366, 367.
Fuchsia, circumnutaţia tulpinii, 227, 228.

G

Gazania ringens, circumnutaţia tulpinii, 288.
Genuri cuprinzînd plante care dorm, 295, 296.
Geotropism, 114;
— efectul lui asupra radiculei primare, 171;
— contrariul apogeotropismului, 402;
— efectul asupra vîrfurilor radiculelor, 419.
Geranium cinereum, 286;
— *endressii*, 286;
— *ibericum*, mişcarea nocturnă a cotiledoanelor, 282;
— *richardsoni*, 286;
— *rotundifolium*, mişcarea nocturnă a cotiledoanelor, 285, 290;
— *subcaudescens*, 286.
Germinare, sămînţă în, istoria unui, 422.
Gimnosperme, 335.
Githago segetum, circumnutaţia hipocotilului, 123, 172;
— îngroparea hipocotilului, 173;
— plantule slab luminate, 181, 183;
— somnul cotiledonului, 284;
— somnul, frunze, 296.
Glaucium luteum, circumnutaţia frunzelor, tinere, 240.
Gleditschia, somnul frunzelor, 323.
Glycine hispida, aplecarea verticală a foliolelor, 327.
Glycyrrhiza, foliole aplecate noaptea, 316.
Godlewski Emil, despre turgescenţa celulelor, 387.
Gossypium (varietatea bumbac de Nanking), 124;
— circumnutaţia hipocotilului, 124, 125;
— mişcarea cotiledonului, 298;
— somnul frunzelor, 285;
— *arboreum* (?) somnul cotiledoanelor, 298;
— *brasiliense*, mişcarea nocturnă a frunzelor, 285;
— *herbaceum*, sensibilitatea vîrfului radiculei, 206;
— radiculele cauterizate oblic, 416;
— *maritimum*, mişcarea nocturnă a frunzelor, 298.
Gravitaţie, mişcări provocate de, 431.
Gray Asa, despre *Delphinium nudicaule*, 158;
— despre *Megarrhiza californica*, 159;
— despre mişcările frondelor fructificînd de *Asplenium trichomanes*, 258;
— despre *Amphicarpaea monoica*, 406;
— despre *Ipomaea Jalapa*, 426.
Grăsime, efectul ei asupra radiculelor şi vîrfurilor lor, 214, 215.
Gressner, dr. H, despre cotiledoanele de *Cyclamen persicum*, 138, 157;
— despre hipocotilul acesteia, 166.

H

Haberlandt, dr., despre proeminenţa de pe hipocotilul de *Allium*, 145;
— despre importanţa arcului pentru plantule, 162;
— cotiledoane subaeriale şi subterane, 173;
— despre hipocotilul arcuit, 425.

Haematoxylon campechianum, mișcarea nocturnă a frunzelor, 323, 324.
Hedera helix, circumnutația tulpinii, 228.
Hedysarum coronarium, mișcările nocturne ale frunzelor, 316.
Helianthum prostratum, mișcarea geotropă a capitulelor, 405.
Helianthus annuus, circumnutația hipocotilului, 137;
— arcuirea hipocotilului, 163;
— mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 286.
Heliotropism, 114;
— foloasele lui, 369;
— forma modificată a circumnutației, 389.
Heliotropism transversal (al lui Frank) sau diaheliotropism, 363.
Helleborus niger, modul de a ieși din pămînt, 161.
Hensen, prof., despre rădăcini în găuri de rîme, 154.
Henslow, rev. G., despre cotiledoanele de *Phalaris canariensis*, 147.
Hipocotil, 114;
— modul de a ieși din pămînt, 156;
— iese sub forma unui arc, 425.
Hipocotile și epicotile, circumnutația și alte mișcări cînd sînt curbate, 167;
— capacitatea de a se îndrepta, 168;
— ruperea învelișului semințelor, 169—172;
— ilustrații ale acestui fapt, 172;
— circumnutația cînd sînt verticale, 172;
— cînd sînt la întuneric, 173.
Hiponastie, 115, 265.
Hofmeister, despre mișcările ciudate la *Spirogyra*, 113, 259;
— despre frunzele de *Pistia stratiotes*, 257;
— despre cotiledoanele noaptea, 281;
— despre petale, 347;
— și Batalin, despre mișcările verzei, 241.
Hooker, Sir J., despre efectul luminii asupra cornetelor de *Sarracenia*, 370.

I

Iberis umbellata, mișcarea tulpinii, 225.
Iederă, tulpinile sale heliotrope, 370.
Imatophyllum vel *Clivia* (sp.?) mișcarea frunzelor, 257.
Indigofera tinctoria, foliolele se apleacă noapea, 315.
Insectivore și cățărătoare, plante, nu sînt heliotrope, 369;
— influența luminii asupra, 388.
Ipomoea bona nox, curbarea hipocotilului, 163;
— poziția nocturnă a cotiledoanelor, 286, 290;
— *caerulea* vel *Pharbitis nil*, circumnutația plantulelor, 138;
— mișcarea cotiledoanelor, 138—139, 173;
— mișcările nocturne ale cotiledoanelor, 286;
— somnul frunzelor, 333;
— sensibilitatea la lumină, 370;
— tulpinile hipocotiledonee heliotrope, 371;
— *coccinea*, poziția cotiledoanelor noaptea, 286, 290;
— *leptophylla*, modul de a ieși din pămînt, 160;
— aplecarea pețiolurilor cotiledoanelor, 163;
— diferența de sensibilitate la gravitație la diferite organe, 401;
— modul extraordinar de germinare, 426;
— *pandurata*, modul de germinare, 426;
— *purpurea* (vel *Pharbitis hispida*) mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 286, 290;
— somnul frunzelor, 333;
— sensibilitatea la lumină, 370;
— tulpinile hipocotiledonee sînt heliotrope, 371.
Iris pseudo-acarus, circumnutația frunzelor, 255.
Irmisch, despre cotiledoanele de *Ranunculus ficaria*, 166.
Întuneric, efectul lui asupra mișcării frunzelor, 341.
Învelișul semințelor, ruperea lor, 169—172.

K

Kerner, asupra aplecării pedunculilor, 348.
Kraus, dr. Karl, despre lăstarii subterani de *Triticum repens*, 217;
— despre *Cannabis sativa*, 253, 287, 290;
— despre mișcările frunzelor, 351.

L

Lactuca scariola, somnul cotiledoanelor, 286.
Lagenaria vulgaris, circumnutația plantulelor, 135;
— a cotiledoanelor, 136;
— noaptea cotiledoanele verticale, 285.
Lathraea squamaria, modul de a ieși din pămînt, 161;
— cantitatea de apă secretată, 161, 161.
Lathyrus nissolia, circumnutația tulpinii unei plantule tinere, 130;
— elipse descrise de, 172, 173.
Leguminoase, somnul cotiledoanelor, 288;
— specii care dorm, 307.
Le Maout și Decaisne, 157.
Lepidium sativum, somnul cotiledoanelor, 285.
Lilium auratum, circumnutația tulpinii, 231;
— mișcarea apogeotropă a tulpinii, 394, 395.
Liné, *Somnus Plantarum*, 273;
— despre plantele care dorm, 295;
— despre frunzele de *Sida abutilon*, 298;
— despre *Aenothera mollissima*, 332.
Linum bereudieri, mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 282;
— *usitatissimum*, circumnutația tulpinii, 226.
Lolium perenne, articulațiile influențate de apogeotropism, 397.
Lonicera brachypoda, încovoierea vîrfului, 268;
— sensibilitatea la lumină, 371.

Loomis, de, despre mișcările la frondele fructificînd de *Asplenium trichomanes*, 258.
Lotus aristata, efectul radierii asupra frunzelor, 279;
— *creticus*, frunze treze și dormind, 315;
— *gebelii*, mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 288;
— foliole prevăzute cu pulvine, 315;
— *jacobaeus*, mișcările cotiledoanelor, 131, 173;
— pulvinele de, 176;
— mișcările nocturne, 176, 179, 181;
— dezvoltarea pulvinelor, 180;
— somnul cotiledoanelor, 268, 290;
— mișcarea nictitropă a frunzelor, 314;
— *major*, somnul frunzelor, 315;
— *peregrinus*, mișcarea foliolelor, 315.
Luminatul, efectul lui, asupra somnului frunzelor, 340.
Lumină, mișcări provocate de, 351, 429;
— influența ei asupra majorității țesuturilor vegetale, 387;
— acționează asupra plantelor ca asupra sistemului nervos al animalelor, 388.
Lunularia vulgaris, circumnutația frondelor, 258.
Lupinus, 307;
— *albifrons*, somnul frunzelor, 309;
— *hartwegii*, somnul frunzelor, 308;
— *luteus*, circumnutația cotiledoanelor, 133, 173;
— efectul întunericului, 181;
— *luteus*, poziția frunzelor cînd dorm, 308;
— diferitele poziții ale frunzelor noaptea, 309;
— diferitele mișcări ale frunzelor și foliolelor, 339;
— *menziesii*, somnul frunzelor, 309;
— *mutabilis*, somnul frunzelor, 309;
— *manus*, somnul frunzelor, 309;
— *pilosus*, somnul frunzelor, 308, 307;
— *polyphyllus*, somnul frunzelor, 309;
— *pubescens*, somnul frunzelor ziua și noaptea, 308;
— poziția pețiolurilor noaptea, 309;
— *speciosus*, circumnutația frunzelor, 245.
Lynch de R., despre *Pachira aquatica*, 166;
— mișcările de somn la *Averrhoa*, 301, 302.

M

Maranta arundinacea, mișcarea nictitropă a frunzelor, 335—336;
— după multă agitație nu doarme, 294.
Marsilia quadrifoliata, efectul radierii noaptea, 279;
— circumnutația și mișcarea nictitropă ale foliolelor, 336—338;
— viteza mișcării, 343.
Martins, despre radiere noaptea, 275.
Masters, dr. Maxwell, despre lăstarii conducători la conifere, 230.
Maurandia semperflorens, circumnutația pedunculului, 238.
Medicago maculata, poziția nocturnă a frunzelor, 309;
— *marina*, frunze treze și dormind, 309.
Mechan, dl., despre efectul unui *Aecidium* asupra lui *Portulaca oleracea*, 217.
Megarrhiza californica, modul de a ieși din pămînt, 159;
— germinația descrisă de Asa Gray, 160;
— modul neobișnuit de germinare, 160, 426.
Melaleuca ericaefolia, somnul frunzelor, 332.
Melilotus, somnul frunzelor, 309;
— *alba*, somnul frunzelor, 311;
— *coerulea*, somnul frunzelor, 311;
— *dentata*, efectul radierii noaptea, 281;
— *elegans*, somnul frunzelor, 311;
— *gracilis*, somnul frunzelor, 311;
— *infesta*, somnul frunzelor, 311;
— *italica*, frunze expuse noaptea, 278—311;
— somnul frunzelor, 311;
— *macrorrhiza*, frunze expuse noaptea, 273;
— somnul frunzelor, 311;
— *messanensis*, somnul frunzelor pe plante tinere și deplin dezvoltate, 252, 349;
— *officinalis*, efectul expunerii frunzelor, noaptea, 278, 281;
— mișcarea nocturnă a frunzelor, 310, 311;
— circumnutația frunzelor, 312;
— mișcarea pețiolurilor, 396;
— *parviflora*, somnul frunzelor, 311;
— *petitpierreana*, frunze expuse noaptea, 279, 281;
— somnul frunzelor, 311;
— *secundiflora*, somnul frunzelor, 311;
— *suaveolens*, frunze expuse noaptea, 279;
— somnul frunzelor, 311;
— *sulcata*, somnul frunzelor, 311;
— *taurica*, frunze expuse noaptea, 278;
— somnul frunzelor, 311, 348.
Metode de observație, 115.
Mimosa albida, cotiledoanele verticale noaptea, 177;
— nesensibile la atingere, 183;
— somnul cotiledoanelor, 288;
— foliole rudimentare, 265;
— mișcările nictitrope ale frunzelor, 329, 330;
— circumnutația pețiolului principal al frunzei tinere, 331;
— torsiunea sau rotația frunzelor și foliolelor, 341;
— prima frunză adevărată, 348;
— efectul luminii puternice a soarelui asupra foliolelor bazale, 367;
— *marginata*, mișcările nictitrope ale foliolelor 331;
— *pudica*, mișcarea cotiledoanelor, 171;
— ruperea învelișului semințelor, 171;
— circumnutația cotiledoanelor, 173;
— pulvinele de, 175, 176;
— cotiledoanele verticale noaptea, 177;
— aproape nesensibile la atingere, 182;

— efectul expunerii noaptea, 280;
— mișcarea nocturnă a frunzelor, 282;
— somnul cotiledoanelor, 288;
— circumnutația și mișcarea nictitropă ale pețiolului principal, 327—329;
— ale foliolelor, 329;
— *albida*, circumnutația și mișcarea nictitropă ale foliolelor penate, 342;
— numărul de elipse executate într-un timp dat, 344;
— efectul luminii puternice a soarelui asupra folilolelor, 367;
Mirabilis jalapa și *longiflora*, mișcările nocturne ale cotiledoanelor, 287;
— mișcarea nictitropă a frunzelor, 333.
Mohl, despre heliotropism la cîrcei, tulpini și plante volubile, 370.
Moment, mișcare ca de, efecte acumulate ale apogeotropismului, 400.
Monocotiledonate, somnul plantelor, 335.
Monotropa hypopitys, modul de a ieși din pămînt, 161.
Morren, despre mișcările staminelor de *Sparmannia* și *Cereus*, 238.
Müller Fritz, despre *Cassia tora*, 131;
— despre circumnutație la *Linum usitatissimum*, 226;
— mișcările tulpinilor florale la *Alisma*, 238;
Mutisia clematis, mișcarea frunzelor, 250;
— frunzele neheliotrope, 370.

N

Naturală, selecția, în legătură cu geotropism, heliotropism etc., 432, 433.
Nephrodium molle, circumnutația unei fronde foarte tinere, 149;
— a unei fronde mai bătrîne, 258;
— mica mișcare a frondei, 401.
Neptunia oleracea, sensibilitatea la atingere, 183;
— mișcarea nictitropă a foliolelor, 327;
— a foliolelor penate, 397.
Nicotiana glauca, semnul frunzelor, 332, 333;
— circumnutația frunzelor, 333.
Nobbe, despre ruperea învelișului semințelor la o plantulă de *Martynia*, 171.
Nolana prostrata, mișcarea plantulelor la întuneric, 139;
— circumnutația plantulei, 172.
Nictitropă, mișcarea, a frunzelor, 428.
Nictitropism, sau somnul frunzelor, 274;
— în legătură cu radierea 276;
— scopul obținut prin aceasta, 347.

O

Observație, metode de, 115.
Oenothera mollissima, somnul frunzelor, 332.
Opuntia basilaris, circumnutație unită a hipocotilului și cotiledonului, 137;
— îngroșarea hipocotilului, 166;
— circumnutația hipocotilului cînd este vertical, 172;
— îngroparea lui, 173.
Orchis pyramidalis, mișcarea complexă a poliniilor, 389.
Oxalis acetosella, circumnutația tulpinilor florale, 237;
— efectele expunerii la radiere noaptea, 276, 277, 281;
— circumnutația și mișcarea nictitropă la frunze deplin dezvoltată, 299;
— circumnutația foliolei cînd doarme, 300;
— viteza circumnutației foliolei, 343;
— efectul luminii soarelui asupra foliolelor, 367;
— circumnutația pedunculului, 399;
— capsule de semințe îngropate numai ocazional, 405;
— *articulata*, mișcările nocturne ale cotiledoanelor, 287;
— (*Biophytum*) *sensitiva*, rapiditatea mișcării cotiledoanelor în timpul zilei, 126;
— pulvina de, 175;
— cotiledoanele verticale noaptea, 233, 234;
— *bupleurifolia*, circumnutația pețiolului, foliaceu, 240;
— mișcarea nictitropă a foliolei terminale, 301;
— *carnosa*, circumnutația tulpinii florale, 237;
— mișcările epinastice ale tulpinii florale, 398;
— efectul expunerii noaptea, 277, 281;
— mișcările pedunculilor florali datorate apogeotropismului și altor forțe, 397—399;
— *corniculata* (var. *cuprea*), mișcările cotiledoanelor, 125;
— ridicarea cotiledoanelor, 177;
— pulvine rudimentare ale cotiledoanelor, 178;
— dezvoltarea pulvinei, 180;
— efectul luminii slabe, 181;
— experiențe pe frunze noaptea, 277;
— *floribunda*, pulvina cotiledoanelor, 176;
— mișcarea nocturnă, 183, 287, 290;
— *fragrans*, somnul fruznzelor, 298;
— *ortogesii*, circumnutația tulpinilor florale, 238;
— somnul marilor frunze, 300;
— diametrul plantei noaptea, 342;
— marile foliole influențate de lumină solară puternică, 368;
— *plumierii*, somnul frunzelor, 300;
— *purpurea*, expunerea foliolelor noaptea, 280;
— *rosea*, circumnutația cotiledoanelor, 124, 125;
— pulvina de, 175;
— mișcarea cotiledoanelor noaptea, 177, 178, 287;
— efectul luminii slabe, 181;
— cotiledoanele nesensibile, 182;

— *sensitiva*, mișcarea cotiledoanelor, 173, 182, 183;
— circumnutația tulpinii florale, 237;
— mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 287, 290;
— somnul frunzelor, 300;
— *tropaeloides*, mișcarea cotiledoanelor noaptea, 178, 179;
— *valdiviana*, circumnutația unită a cotiledoanelor și a hipocotilului, 125;
— cotiledoanele ridicîndu-se vertical noaptea, 175, 176, 177, 178;
— cotiledoanele nesensibile, 182;
— mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 287, 290;
— somnul frunzelor nu și al cotiledoanelor, 291;
— mișcările frunzelor, 300.

P

Pachira aquatica, cotiledoane neegale, 165.
Pancratium littorale, mișcarea frunzelor, 257.
Paraheliotropism, sau somnul diurn al frunzelor, 366, 367.
Passiflora gracilis, circumnutația și mișcarea nictitropă ale frunzelor, 331, 32;
— mișcarea apogeotropă a circeilor, 401;
— sensibilitatea circeilor, 423.
Pelargonium zonale, circumnutația tulpinii, 226;
— și mișcarea în jos a frunzei tinere, 242, 266.
Peţioluri, ridicarea lor, folositoare plantelor noaptea, 342.
Petunia violacea, mișcarea descendentă și circumnutația frunzei foarte tinere, 252, 269.
Pfeffer, prof., despre turgescența celulelor, 113;
— despre pulvinele frunzelor, 175, 177;
— mișcările de somn la frunze, 273, 275;
— ridicarea nocturnă a frunzelor de *Malva*, 244;
— mișcările foliolelor de *Desmodium gyrans*, 306;
— despre *Phyllanthus niruri*, 335;
— influența unei pulvine asupra frunzelor, 339;
— mișcările periodice ale frunzelor care dorm, 344, 345;
— mișcarea petalelor, 347;
— efectul luminii solare puternice asupra foliolelor de *Robinia*, 366;
— efectul luminii asupra organelor prevăzute cu pulvine, 320.
Phalaris canariensis, mișcările plantulelor bătrîne, 147;
— circumnutația cotiledoanelor, 148, 172;
— mișcarea heliotropă și circumnutația cotiledonului spre o lumină laterală slabă, 355, 356;
— sensibilitatea cotiledonului la lumină, 372;
— efectul excluderii luminii de la vîrfurile cotiledoanelor, 273;
— modul de aplecare spre lumină, 373;
— efectele vopsirii cu tuș, 377;
— efectele transmise ale luminii, 378;
— luminatul lateral al vîrfului, 379;
— mișcarea apogeotropă a cotiledoanelor coleoptile, 394;
— schimbarea dintr-un mers vertical apogeotrop în circumnutație, 395;
— mișcarea apogeotropă a cotiledoanelor, 396.
Phaseolus hernandesii, mișcarea nocturnă a frunzelor și foliolelor, 323;
— *caracalla*, 165;
— mișcările nocturne ale frunzelor, 323;
— efectul luminii solare puternice asupra foliolelor, 367;
— *multiflorus*, mișcarea radiculelor, 154;
— a radiculei tinere, 154;
— a hipocotilului, 163, 164, 165;
— sensibilitatea vîrfului radiculei, 203—207;
— la aer umed, 213;
— cauterizarea și grăsime pe vîrf, 415;
— mișcarea nocturnă a frunzelor, 323;
— mișcarea nictitropă a primelor frunze unifoliate, 339, 340;
— *roxburghii*, efectul luminii solare puternice asupra primelor frunze, 367;
— *vulgaris*, 165;
— somnul frunzelor, 293;
— aplecarea verticală a foliolelor noaptea, 323.
Phyllanthus niruri, somnul foliolelor, 335;
— *linoides*, somnul frunzelor, 334.
Pilocerus Houlletii, cotiledoane rudimentare, 167.
Pimelia spectabilis, somnul frunzelor, 334.
Pinus austriaca, circumnutația frunzelor, 254, 255;
— *nordmanniana*, mișcarea nictitropă a frunzelor, 335;
— *pinaster*, circumnutația hipocotilului, 143;
— mișcarea a două cotiledoane opuse, 144;
— circumnutația frunzei tinere, 253, 254;
— mișcarea epinastică descendentă a frunzei tinere 266.
Pistia stratiotes, mișcarea frunzelor 257.
Pisum sativum, sensibilitatea vîrfului radiculei, 201;
— vîrfurile radiculelor cauterizate oblic, 415.
Plante, sensibilitate la lumină, 369;
— mișcările higroscopice la, 389;
— cățărătoare, circumnutația la, 263;
— mișcările lor, 427;
— mature, circumnutația, la, 225—232.
Plantule, mișcările de circumnutație, la, 117.
Pliniu, despre mișcările de somn la plante, 273.
Plumbago, capensis, circumnutația tulpinei, 229.
Poineiana galliesii, somnul frunzelor, 323.
Polygonum aviculare, frunzele verticale noaptea, 333;
— *convolvulus*, aplecarea frunzelor noaptea, 294.
Pontederia (sp.?) circumnutația frunzelor, 257.

Porlieria hygrometrica, circumnutația și mișcările nictitrope ale pețiolului frunzei, 304, 305;
— efectul udării, 304—306;
— foliolele închise ziua, 347.
Portocal, circumnutația plantulei, 401.
Portulaca oleracea, efectul lui *Aecidium* asupra, 217.
Primula sinensis, circumnutația unită a hipocotilului și cotiledonului, 137, 138.
Pringsheim despre vătămarea clorofilei, 367.
Prosopis, mișcările nictitrope ale foliolelor, 327.
Psoralea acaulis, mișcările nocturne ale foliolelor, 315.
Pteris aquiliana, rachis de, 161.
Pulvine sau articulații de cotiledoane, 174—180;
— influența lor asupra mișcărilor cotiledoanelor, 290;
— efectul asupra mișcărilor nictitrope, 339.

Q

Quercus (sp. americană) circumnutația tulpinei tinere, 142, 143;
— *robur*, mișcarea radiculelor, 143;
— sensibilitatea vîrfului radiculei, 209—210;
— *virens*, modul de germinare, 161, 427.

R

Radiere, noaptea, efectul ei asupra frunzelor, 275, 276.
Radicule, modul cum pătrund în pămînt, 145—156;
— circumnutația lor, 145;
— experiențe cu lemne, crăpate, 155;
— cu clești de lemn, 155;
— sensibilitatea vîrfurilor la atingere și la alți iritanți, 185;
— de *Vicia faba*, 186—200;
— diferite experiențe, 188—192;
— rezumatul rezultatelor, 193—197;
— puterea unui iritant asupra, în comparație cu geotropismul, 197—199;
— sensibilitatea vîrfului la aer umed, 212, 213;
— cu vîrfurile unse cu grăsime, 215;
— efectul uciderii sau vătămării radiculei principale, 216—219;
— curbarea ei, 220;
— influențată de umiditate, 222;
— numai vîrful sensibil la geotropism, 418;
— ieșirea și circumnutarea la o sămînță care germinează, 422;
— foarte sensibilă, 423;
— vîrful acționează ca creierul la animalele inferioare, 434;
— secundare, sensibilitatea vîrfului la bob, 199;
— devine vertical geotropă, 215—219.
Ramey, despre mișcările cotiledoanelor de *Mimosa pudica* și *Clianthus danupieri* noaptea, 282.
Ranunculus ficaria, modul de a ieși din pămînt, 161, 163;
— cotiledon unic, 166;
— efectul luminii laterale, 386.
Raphanus sativa, sensibilitatea vîrfului radiculei, 208;
— somnul cotiledoanelor, 225.
Raportul dintre circumnutație și heliotropism, 361.
Rattau, dl., despre germinarea semințelor de *Megarrhiza californica*, 158.
Reseda adorata, hipocotilul plantulei ușor heliotrop, 372.
Reversiune, datorită mutilării, 218—219.
Rhipsalis cassytha, cotiledoane rudimentare, 167.
Ricinus borboniensis, circumnutarea hipocotilului curbat, 142.
Robinia, efectul luminii solare puternice asupra frunzelor de, 366;
— *pseudo-acacia*, foliolele verticale noaptea, 315.
Rodier, de, despre mișcările de *Cerotophyllum demersum*, 230.
Royer, Ch., despre mișcările de somn ale plantelor, 273;
— despre somnul plantelor, 293;
— despre frunzele de *Medicago maculata*, 309;
— despre *Wistaria sinensis*, 315.
Rubus idaeus (hibrid), circumnutația tulpinii, 227;
— mișcarea apogeotropă a tulpinii, 394.
Ruiz și Pavon, despre *Porlieria hygrometrica*, 305.

S

Sachs, despre „nutația rotativă", 113;
— legătură intimă între turgescență și creștere, 113;
— cotiledonul cepei, 145;
— adaptarea perilor radiculari, 152, 153;
— mișcarea radiculei, 153, 154, 155;
— mișcarea la radicula de bob etc., 163, 164;
— sensibilitatea radiculelor, 186, 194, 196;
— sensibilitatea radiculei primare la bob, 199;
— la mazărea comună, 200;
— influența aerului umed, 212, 213;
— a uciderii sau vătămării radiculei principale, 216;
— circumnutația tulpinii florale, 238;
— epinastie, 266;
— mișcările foliolelor de *Trifolium incarnatum*, 313;
— acțiunea luminii la modificarea mișcărilor periodice ale frunzelor, 351;
— despre geotropism și heliotropism, 362;
— despre *Tropaeolum majus*, 371;
— despre hipocotilele ușor heliotrope și tulpinile puternic apheliotrope la iederă, 371;
— heliotropismul radiculelor, 385;
— experiențe cu vîrfurile radiculelor, 409, 410;

— curbarea hipocotilului, 125;
asemănarea dintre plante și animale, 133.
Sarracenia purpurea, circumnutația unui cornet tînăr, 239.
Saxifraga sarmentosa, circumnutația unui stolon înclinat, 234.
Schrankia aculeata, mișcarea nictitropă a foliolei penate, 385;
— *unicinata*, mișcarea nictitropă a foliolelor, 385.
Securigera coronilla, mișcările nocturne ale foliolelor, 319.
Selaginella, circumnutația ei, 258;
— *krausii* (?), circumnutația plantei tinere, 149.
Sida napaea, aplecarea frunzelor noaptea, 296;
— fără pulvină, 296;
— *refusa*, ridicarea verticală a frunzelor, 296;
— *rhombifolia*, somnul cotiledoanelor, 288;
— somnul frunzelor, 299;
— ridicarea verticală a frunzelor, 296;
— fără pulvină, 296;
circumnutația și mișcările nictitrope ale frunzei la plante tinere, 296;
— mișcarea nictitropă a frunzelor, 339.
Siegesbeckia orientalis, somnul frunzelor, 294, 332.
Sinapis alba, hipocotilul aplecîndu-se spre lumină, 375;
— efectul luminii transmis la radicule, 385, 386, 131;
— creșterea radiculelor la întuneric, 387;
— *nigra*, somnul cotiledoanelor, 284.
Smilax aspera, circei apheliotropi, 370.
Smithia pfundii, cotiledoanele nesensibile, 182;
— mișcarea hiponastică a vîrfului curbat al tulpinei, 269—271;
— cotiledoanele nu dorm noaptea, 288;
— mișcarea verticală a frunzelor, 316;
— *sensitiva*, sensibilitatea cotiledoanelor la atingere, 182;
— somnul cotiledoanelor, 287.
Sophora chrysophylla, foliolele se ridică noaptea, 323.
Solanum dulcamara, circumnutația tulpinilor, 265;
— *lycopersicum*, mișcarea hipocotilului, 140;
— a cotiledoanelor, 140;
— efectul întunericului, 181;
— ridicarea cotiledoanelor noaptea, 287;
— mișcările heliotrope ale hipocotilului, 352;
— efectul unei lumini intermitente, 373;
— heliotropism rapid, 375;
— *palinacanthum*, circumnutația hipocotilului curbat, 140, 168;
— a cotiledonului, 140;
— elipse executate de hipocotil cînd este vertical, 172;
— mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 287.
Sparganium ramosum, rizomi de, 217.
Sphaerophysa salsola, ridicarea foliolelor, 315.
Spirogyra princeps, mișcările la, 259.
Stahl. dr., despre efectul lui *Aecidium* asupra lăstarului, 217;
— despre influența luminii asupra sporilor, 388.
Stapelia sarpedon, circumnutația hipocotilului, 137, 138;
— cotiledoane foarte mici, 167.
Stellaria media, mișcarea nocturnă a frunzelor, 282.
Stoloni sau lăstari, circumnutația lor, 237—242, 127.
Strasburger, despre efectul luminii asupra sporilor de *Haema coccus*, 260;
— despre influența luminii asupra sporilor, 388.
Strephium floribundum, circumnutația și mișcările nictitrope ale frunzelor, 336, 337.

T

Tamarindus indica, mișcarea nictitropă a foliolelor, 327.
Trapa natans, cotiledoane inegale, 165.
Tecoma radicans, tulpinile apheliotrope, 370.
Tephrosia caribaea, 315.
Terminologia, 114.
Thalia dealbata, somnul frunzelor, 335;
— mișcările laterale ale frunzelor, 343.
Trichosanthes anguina, acțiunea unei pene asupra radiculei, 171;
— mișcarea nocturnă a cotiledoanelor, 285.
Trifolium, poziția foliolelor terminale noaptea, 271;
— *globosum*, cu peri apărînd florile purtînd semințe, 405;
— *glomeratum*, mișcarea cotiledoanelor, 288;
— *incarnatum*, forma primei frunze adevărate, 288;
— *pannonicum*, forma primei frunze adevărate, 313, 348;
— *pratense*, frunze expuse noaptea, 273;
— *repens*, circumnutația tulpinii florale, 238;
— circumnutația și mișcările tulpinii florale, 271—272;
— mișcarea nictitropă a frunzelor, 312;
— circumnutația și mișcările nictitrope ale foliolelor terminale, 314, 315;
— mișcarea de somn, 312;
— *resupinatum*, cotiledoanele fără pulvine, 178;
— circumnutația tulpinii, 226;
— efectul expunerii noaptea, 280;
— cotiledoanele nu se ridică noaptea, 178, 288;
— circumnutația și mișcările nictitrope ale foliolelor terminale, 313, 314;
— *strictum*, mișcările cotiledoanelor noaptea, 177, 178;

— mișcările nocturne și diurne ale cotiledoanelor, 288, 289, 290;
— mișcările cotiledonului de la dreapta, 291;
— *subterraneum*, mișcarea capitulelor, 153;
— al cotiledoanelor noaptea, 177, 178, 268;
— circumnutația tulpinii florale, 237, 238;
— circumnutația și mișcările nictitrope ale frunzelor, 313;
— numărul de elipse în 24 de ore, 343;
— îngropîndu-și capitulele, 402, 403;
— mișcare descendentă a pedunculului, 403;
— mișcarea circumnutantă a pedunculului, 404.
Trogonella cretica, somnul frunzelor, 309.
Triticum repens, lăstarii subterani devin heliotropi, 217.
Tulpini, circumnutația lor, 225—232.

W

Winkler, despre protecția plantulelor, 172.
Wistaria sinensis, foliolele aplecate noaptea, 315;
— circumnutație cu lumină laterală, 370.

Z

Zea mays, circumnutația cotiledoanelor, 148;
— mișcarea geotropă a radiculelor, 149;
— sensibilitatea la atingerea vîrfului radiculei, 211—212;
— radicule secundare, 212;
— mișcările heliotrope ale plantulei, 148, 353;
— vîrful radiculelor cauterizate, 417.
Zukal, despre mișcările la *Spirulina*, 259.

Redactor: OFELIA ROMAN
Tehnoredactor: VICTORIA-EUGENIA UNGUREANU

Bun de tipar 00.06.1970. Hîrtie scris I.A. format A 61×86, de 80 G/m². Coli de tipar 56 Planșe 1.

C. Z. pentru bibliotecă mare { *581.18* / *581.526.43*

C. Z. pentru bibliotecă mică { *581.1* / *581.5*

Într. poligrafică „Informația", București, str. Brezoianu, nr. 23–25.
Republica Socialistă România